

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平6-504139

第6部門第2区分

(43) 公表日 平成6年(1994)5月12日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I
G 0 2 F 1/136	5 0 0	9018-2K	
H 0 5 B 33/12		8715-3K	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平4-502883
 (86) (22) 出願日 平成3年(1991)12月31日
 (85) 翻訳文提出日 平成5年(1993)6月29日
 (86) 国際出願番号 PCT/US91/09770
 (87) 国際公開番号 WO92/12453
 (87) 国際公開日 平成4年(1992)7月23日
 (31) 優先権主張番号 636, 602
 (32) 優先日 1990年12月13日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IT, LU, MC, NL, SE), JP

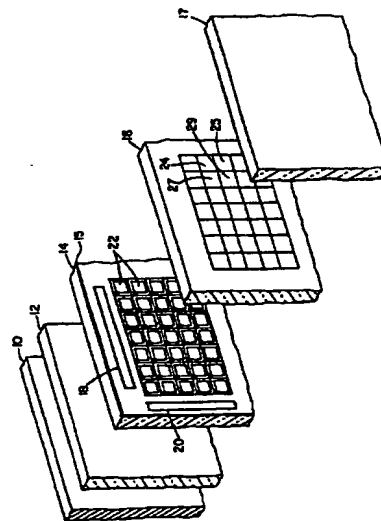
(71) 出願人 コビン・コーポレーション
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州02780ト
 ーントン・マイルズスタンディッシュイン
 ダストリアルパーク・マイルズスタンディ
 ッシュプールバード695
 (72) 発明者 ザブラツキー, ボール・エム
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州02062ノ
 ーウッド・ビーチストリート25
 (72) 発明者 フアン, ジョン・シー・シー
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州02167チ
 エスナットヒル・ウエストロックスバリー
 パークウェイ881
 (74) 代理人 弁理士 小田島 平吉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示パネル用の単結晶シリコン配列素子

(57) 【要約】

ディスプレイパネルが、ディスプレイ作製のための基板に転移される単結晶薄膜材料(15)を使用して形成される。ピクセル配列(22)は、転移の前に、薄膜材料において制御電子回路(18、20)を作製した光井又はスイッチを形成する。それから、結果の回路パネル(14)が、所望のディスプレイを設けるために、発光又は液晶材料でディスプレイパネルに組み込まれる。



請求の範囲

1. パネルディスプレイを製作する方法において、
 - a) 支持基板において単結晶半導体材料を形成することと、
 - b) 各ピクセルがトランジスタの一つによって作動可能である如く、回路パネルを形成するために、単結晶材料において又は上にトランジスタの配列とピクセル電極の配列を形成することと、
 - c) 各ピクセルによって発生された電界又は信号が材料の光透過特性を変更する如く、回路パネルに隣接して光透過性材料を位置付けることとを含む方法。
2. 段階a)が、支持基板において非単結晶の半導体材料を形成することと、単結晶材料を形成するために非単結晶の半導体材料を結晶化することを含む請求の範囲1に記載の方法。
3. 単結晶半導体材料が、本質的単結晶の半導体材料である請求の範囲2に記載の方法。
4. 段階a)が、支持基板から光透過性基板に単結晶材料を転移することを含む請求の範囲1に記載の方法。
5. 各トランジスタが駆動回路に電気的に連結される如く、単結晶半導体材料において又は上に駆動回路を形成することを含む請求の範囲1に記載の方法。
6. 転移段階が、さらに、単結晶材料から基板を化学的にエッチングすることを含む請求の範囲4に記載の方法。
7. 転移段階が、さらに、回路パネルを光透過性基板に貼合せることを含む請求の範囲4に記載の方法。
8. 光透過性材料が、液晶を具備する請求の範囲1に記載の方法。

17. 光透過性材料が、エレクトロルミネセント材料を具備する請求の範囲10に記載のパネルディスプレイ。

18. パネルディスプレイを製作する方法において、
 - a) 支持基板上に単結晶半導体材料を形成することと、
 - b) 各ピクセルが少なくとも一つのトランジスタによって作動可能である如く、ピクセルの回路パネルを形成するために、単結晶材料において又は上にトランジスタの配列とピクセル電極の配列を形成することと、
 - c) 各ピクセルにおいて発生された電界又は信号が材料により発光する如く、各ピクセル内に発光性材料を位置付けることとを含む方法。

19. 段階a)が、支持基板上に非単結晶の半導体材料を形成することと、

本質的単結晶材料を形成するために非単結晶の半導体材料を結晶化することを含む請求の範囲18に記載の方法。

20. 各トランジスタが駆動回路に電気的に連結される如く、本質的単結晶材料において又は上に駆動回路を形成することを含む請求の範囲18に記載の方法。

21. 各ピクセルにおいて発生された電界が、光透過性電極とピクセル電極の間にある如く、発光性材料上に光透過性電極配列を位置付けることをさらに含む請求の範囲18に記載の方法。

22. 段階a)が、単結晶材料が支持基板から光透過性基板上に転移される転移段階をさらに含む請求の範囲18に記載の方法。

23. 転移段階が、単結晶材料から化学的にエッチングすることにより支持基板を除去する段階を段階を含む請求の範囲22に記載の方法。

24. 単結晶材料が、光透過性基板の湾曲面に転移される請求の範囲

9. 光透過性材料が、エレクトロルミネセント材料である請求の範囲1に記載の方法。

10. 支持基板と、

基板に固定され、トランジスタの配列とピクセル電極の配列を具備し、各電極がトランジスタの一つに電気的に連結された回路パネルと、各ピクセルによって発生され、材料に印加された電界又は信号が光透過特性を変更する如く、回路パネルに隣接して位置付けられた光透過性材料と、

ピクセルを作動させるために回路パネルに電気的に連結された駆動回路とを具備するパネルディスプレイ。

11. 単結晶半導体材料が、シリコンを具備する請求の範囲12に記載のパネルディスプレイ。

12. 単結晶半導体材料が、本質的単結晶の半導体材料である請求の範囲13に記載のパネルディスプレイ。

13. トランジスタ配列とピクセル配列が、単結晶半導体材料の薄膜層において又は上に形成される請求の範囲10に記載のパネルディスプレイ。

14. 回路パネルを光透過性基板に貼合せるための貼合せ材料をさらに具備する請求の範囲10に記載のパネルディスプレイ。

15. 光透過性材料上に位置付けられた電極の光透過性配列をさらに具備し、各光透過性電極が、トランジスタの一つに電気的に連結される請求の範囲10に記載のパネルディスプレイ。

16. 光透過性材料が、液晶を具備する請求の範囲10に記載のパネルディスプレイ。

22に記載の方法。

25. 転移段階が、さらに、回路基板を光透過性基板に貼合せることを含む請求の範囲22に記載の方法。

26. 発光性材料が、エレクトロルミネセント材料を含む請求の範囲18に記載の方法。

27. 支持基板と、

基板に固定され、トランジスタの配列とピクセル電極の配列を具備し、各ピクセル電極が少なくとも一つのトランジスタに電気的に連結され、各トランジスタが、単結晶半導体材料の薄膜層において又は上に形成したソース、ドレイン及びチャネル領域を含むピクセルの回路パネルと、各ピクセル内のトランジスタによって発生された電界又は信号が材料による発光を生じさせる如く、各ピクセル内に位置付けられた発光性材料と、

ピクセルを作動させるために回路パネルに電気的に連結された駆動回路とを具備するパネルディスプレイ。

28. エレクトロルミネセント材料上に位置付けられた電極の光透過性配列をさらに具備し、各光透過性電極が、トランジスタの一つに電気的に連結される請求の範囲27に記載のパネルディスプレイ。

29. 単結晶半導体材料が、シリコンを具備する請求の範囲27に記載のパネルディスプレイ。

30. 単結晶半導体材料が、本質的単結晶半導体材料である請求の範囲27に記載のパネルディスプレイ。

31. トランジスタが、約5000Hz乃至約10,000Hzの周波数において動作することができる請求の範囲27に記載のパネル

ルディスプレイ。 32. 単結晶材料の薄膜において形成した駆動回路をさらに具備し、駆動回路が、関連トランジスタを作動させることにより、各ピクセルを選択的に作動させることができる如くトランジスタに電気的に連結され、各作動されたトランジスタに連結された関連ピクセル電極が、発光性材料に電界を生成させる請求の範囲27に記載のパネルディスプレイ。

33. 発光性材料が、エレクトロルミネセント材料を具備する請求の範囲27に記載のパネルディスプレイ。

34. エレクトロルミネセント材料が、複数の領域を具備し、各領域が、異なる色において発光する請求の範囲33に記載のパネルディスプレイ。

35. 支持基板が、ガラス又はプラスチックの如く光透過性材料を具備する請求の範囲37に記載のパネルディスプレイ。

ルファスシリコンの使用に係わった。TFTアプローチは、実現可能であることがわかったが、アモルファスシリコンの使用は、パネル性能の幾つかの見地を妥協する。例えば、アモルファスシリコンTFTは、アモルファス材料に固有な低電子移動度のために大面積ディスプレイに対して必要とされる周波数応答に欠ける。こうして、アモルファスシリコンの使用は、表示速度を制限し、そしてまた、ディスプレイを駆動するために必要とされた高速論理に不適切である。

アモルファスシリコンの限定性のために、他の代替的な材料としては、多結晶シリコン又はレーザー再結晶シリコンが挙げられる。これらの材料は、一般に硬く回路処理を低温に制限するガラス上に既存のシリコンを使用するために、限定される。

TFTを具備するアクティブマトリックスはまた、エレクトロルミネセント(EL)ディスプレイにおいて有益である。TFTは、シリコンから形成される。しかし、LCDアクティブマトリックスにおいて多結晶シリコンとアモルファスシリコンの使用を限定する同一因子はまた、ELディスプレイにおいてこれらの形式のシリコンの使用を制限する。さらに、ELディスプレイは、高速と低い漏れのみならず、エレクトロルミネセンスのために必要とされた電圧レベルをサポートすることができTFTを必要とする。

こうして、所望の速度を有し、製造の容易さと低費用を設け、パネルディスプレイの各ピクセルにおいて高品質TFTを形成する方法の必要性が存在する。さらに、所望の速度を有し、製造の容易さと低費用を設けるとともに、発光のために必要な電圧において表示ピクセルを作動させる機構を設け、ELパネルディスプレイの各ピクセルにおいて高品質

発明の背景

高品質像を生成するために液晶又はエレクトロルミネセント材料を使用した平パネルディスプレイが、開発されている。これらのディスプレイは、陰極線管(CRT)技術に取って代わり、より高精細テレビジョン映像を設けると期待される。例えば、大形高品質液晶ディスプレイ(LCD)への最も有望な道は、アクティブマトリックスアプローチであり、この場合関連トランジスタ(TFT)は、LCDピクセルと同じ場所に配置される。TFTを使用するアクティブマトリックスアプローチの主な利点は、ピクセル間のクロストークの除去と、TFT互換LCDで達せられる優れたグレースケールである。

LCDを使用する平パネルディスプレイは、一般に、5つの異なる層を含む。すなわち、白光源、ピクセルを形成するためにTFTを配列した回路パネルの一方の側に取り付けた第1偏光フィルター、ピクセルに配置された少なくとも3つの原色を含むフィルター板、そして最後に、第2偏光フィルターである。回路パネルとフィルター板の間の空層は、液晶材料で充填される。この材料は、回路パネルとフィルター板に取り付けた接地の間に電界が印加される時、偏光を回転させる。こうして、ディスプレイの特別なピクセルがオンにされる時、液晶材料は、第2偏光フィルターを通過する如く材料を通過される偏光を回転させる。

平パネルディスプレイに対して必要とされる大面積でのTFT形成への主なアプローチは、大面積光起電力素子に対して以前開発されたアモ

TFTを形成する方法の必要性が存在する。

発明の要約

本発明は、トランジスタがディスプレイの各ピクセルを制御するために作製され、本質的単結晶シリコンの薄膜を使用するパネルディスプレイとディスプレイの作製方法に関する。好ましい実施態様に対して、薄膜又はトランジスタアレイが、ガラス又は透明な有機膜の如く光透過性基板に転移される。この実施態様において、薄膜単結晶シリコンは、LCDの各ピクセルを作動させる関連トランジスタのピクセルマトリックスアレイを形成するために使用される。パネルディスプレイを駆動するために非常に速するCMOS回路は、トランジスタが形成されたと同一薄膜材料に形成される。回路は、配線とワイヤボンディングの必要性なしに、薄膜金属化技術を使用して、マトリックスアレイに完全に相互連結されることができる。

各トランジスタは、電界又は信号の印加により、隣接材料又は素子からの光の透過を制御するために役立つ。この印加の目的のために、素子からの光が透過されるトランジスタと隣接材料又は素子は、光弁と呼ばれる。こうして、パネルディスプレイの各ピクセルは、独立制御光弁である。そのような光弁の例としては、LCD、あるいは光透過特性が電界又は信号により変更され、高密度ピクセルアレイを設けるように構成された液体又は固体状態材料がある。本素子と関連作製方法は、高精細カラー像を生成するための大形パネルのすべての必要条件を満足する。トランジスタ又はスイッチは、ディスプレイを設けるために、エレクトロルミネセント表示要素(LED)又は発光ダイオード(LED)と対にされる。

本発明の好ましい実施態様は、大面積半導体膜を使用し、膜を処理基板から分離し、膜をガラス又は他の適切な光透過性材料に取り付ける。2ミクロン以下の厚さの単結晶シリコン膜は、エピタキシャル基板から分離され、そして膜は、ガラスとセラミックスに取り付けられる。電界効果トランジスタ（“FET”）の如く機能性p-n接合素子は、分離前に少なくとも部分的に作製され、それからガラスに転移される。接着剤、静電結合、ファンデルワールス力又はボンディング用共晶合金を含む各種のボンディング手順が、基板への取り付けのために使用される。他の公知な方法も使用できる。

プロセスの好ましい実施態様は、割離基板において薄い本質的単結晶Si膜を形成する段階と、ピクセル電極及び薄層エンハンスメント形トランジスタの配列と関連CMOS回路を薄膜上に作製する段階とを含む。各トランジスタは、各ピクセルがトランジスタの一つによって独立に作動される如く、ピクセル電極の一つに電気的に連結される。CMOS回路は、ピクセル作動と表示回路を制御するために使用される。素子作製は、薄層が、ソース、ドレイン、チャネル及びゲート領域の形成とピクセル電極との相互連結により割離基板にまだ付着されている間、開始される。最終パネル基板への転移の前に、素子処理を実質的に完了することにより、低温ガラス又はポリマーが使用できる。代替的に、素子作製のすべて又は部分は、割離後、あるいはガラス又はプラスチック板への処理膜の転移により行われる。転移後、カラーフィルターと液晶材料との一体化により、LCDを使用する実施態様に対してパネルが完成される。

薄膜形成プロセスの好ましい方法は、本質的単結晶膜が割離される絶

縁性基板において形成される、シリコンオンインシュレータ（SOI）技術を使用する。本出願のために、用語「本質的単結晶」とは、多数の結晶が、膜を渡って横に広がる平面において、少なくとも0.1cm²、好ましくは、0.5〜1.0cm²以上の範囲における断面領域上に広がっている膜を意味する。そのような膜は、例えば、サファイア、SiO₂、Siウェーハ、炭素及び炭化けい素基板において公知の技術を使用して形成される。

SOI技術は、一般に、結晶格子が下割離基板のそれに一致しないシリコン層の形成に係わる。特別な好ましい実施態様は、割離層において高品質Siの薄層を生産するために、分離シリコンエピタキシー（ISE）を使用する。このプロセスは、本質的単結晶シリコンを形成する材料を結晶化するために加熱された割離層において、アモルファス又は多結晶シリコンの如く非単結晶材料の堆積を含む。割離層の使用は、回路への害なしに、エッチングされる活性層の下に酸化物を使用して、膜と回路の割離を可能にする。

好ましい実施態様において、エピタキシャル膜が形成された全基板は、エッチバック手順によって除去される。

代替的に、化学的エピタキシャルリフトオフの方法、半導体材料をガラス又は他の基板に転移するプロセスは、所望の半導体材料の大面積シートに適用される。これら又は他の割離方法は、回路パネル作製用基板への転移のために成長基板から任意の薄層単結晶材料を除去するために使用される。

本発明は、再結晶化シリコン膜におけるCMOS回路とピクセル電極の形成を含み、再結晶化シリコン膜は、第2転移基板に固定され、開始

ウェーハ又は基板から除去され、そして回路パネルを形成するためにガラス又は他の適切な基板に取り付けられる。代替的に、最初に、回路を形成し、回路をガラスに結合し、それから、基板から回路を分離することもできる。ピクセルは、平面形状を有する行と列において位置付けられる。作製段階の順序は、これらの回路に対する高温処理が転移の前に行われるために、ガラス上の従来の高速CMOS（又は他の）論理の使用を許容する。

別の好ましい実施態様は、トランジスタ要素の離散配列の作製に係わり、離散要素の所望の間隔又はレジストレーションを設けるために収縮又は膨張する伸縮性基板に要素を転移することと、表示パネルを含む最終基板に要素を転移することを含む。

本発明のさらに別の好ましい実施態様は、単結晶シリコン材料を使用して、エレクトロルミネセント（EL）パネルディスプレイとディスプレイの作製方法に関する。単結晶シリコンは、小形（6インチ×6インチ以下）のアクティブマトリックスELディスプレイにおいて高解像度を達成するために好ましい。ELディスプレイにおいて、一つ以上のピクセルが、行列相互連結により、各ピクセルに設けられなければならない交流（AC）によって付勢される。相互連結によるACの効率的な導通は、寄生容量によって制限される。しかし、アクティブマトリックスの使用は、相互連結容量の著しく縮小させ、ピクセル蛍光体においてより効率的なエレクトロルミネセンスを獲得し、このため、明度を高めるために、高周波数ACの使用を可能にする。本発明により、この利点を設けるTFTは、バルクSiウェーハ、あるいは単結晶又は本質的単結晶シリコンの薄層の如く、単結晶ウェーハにおいて形成される。これら

の高品質TFTは、ELパネルディスプレイにおいて使用され、高速と低漏れを設けるとともに、エレクトロルミネセンスのために必要とされた高電圧レベルをサポートする。

現ELディスプレイは、現ピクセル蛍光体のための受動回路が、蛍光体材料の輝度崩壊時間に関して低いピクセル励起周波数（約100Hz）で一般に動作するために、低い明度出力を設ける。本発明のELディスプレイにおいて、TFTは、高キャリア移動度の特徴とするバルク又は薄膜単結晶又は本質的単結晶シリコンを使用して、アクティブマトリックスにおいて形成される。それ自体、TFTは、高切換え速度において動作する。こうして、ピクセルと同じ場所に位置した高速TFTを使用するアクティブマトリックス回路パネルは、蛍光体材料の輝度崩壊時間に関する高蛍光体励起周波数を設け、ディスプレイの明度を増大させる。本発明のELディスプレイは、1000〜10,000Hzの蛍光体励起周波数を設けることができる。好ましくは、本発明のELディスプレイは、約5000Hz以上、最大約10,000Hzの蛍光体励起周波数を設け、輝度を比例して増大させる。

好ましい実施態様において、単結晶シリコンの薄層が、トランジスタの配列とピクセル電極の配列を具備し、各ピクセル電極が一つ以上のトランジスタによって作動可能な回路パネルを形成するために使用される。エレクトロルミネセント材料は、回路パネルに隣接して位置付けられ、EL要素の配列を形成するためにパターン化される。ELディスプレイの実施態様に対して、各トランジスタ（又はトランジスタ回路）、関連ピクセル電極と関連EL材料要素は、ピクセルとして参照される。それ自体、ELディスプレイは、複数の独立制御可能なピクセルから成る。

各ピクセルに対して、隣接EL材料に電界又は信号を発生させることができるトランジスタ(又はトランジスタ回路)は、EL材料による発光を制御するために役立つ。

ELパネルディスプレイを駆動するために適するCMOS駆動回路は、高圧DMOSTランジスタとピクセル電極が形成された同一単結晶材料において形成される。駆動回路は、配線とワイヤボンディングの必要なしに、薄膜金属化技術を使用して、ピクセルのマトリックスへ完全に相互連結されることができる。さらに、光透過性電極配列は、各ピクセルにおいて発生された電界が光透過性電極とピクセル電極の間にある如く、エレクトロルミネセント材料上に位置付けられる。それ自体、ELパネルディスプレイの各ピクセルは、その発光特性が電界又は信号によって変更される独立制御発光体である。

本発明は、高精度カラー像を生産するための必要条件を満足するELパネルディスプレイを製作するための素子と関連方法を含む。そのために、エレクトロルミネセント材料は、複数の異なる光波長を生成することができるピクセルを設けるために使用される。さらに具体的には、エレクトロルミネセント材料は、複数のパターン化層を具備し、各層は、電界を受けた時、他の層によって生成された波長に関して異なる特定の波長の光を生成することができる。

ELディスプレイ形成プロセスの好ましい実施態様は、支持基板において単結晶シリコンの薄膜を形成する段階と、シリコン膜においてピクセル電極、トランジスタと駆動回路の配列を形成する段階と、シリコン膜に隣接した各ピクセル内にエレクトロルミネセント構造を形成する段階とを含む。各トランジスタは、各ピクセルが駆動回路によって独立に

層を形成し、層を再結晶させ、實質的に単結晶シリコンのウェーハを形成するために熱処理で多結晶層を建造することを含む、薄い本質的単結晶Si膜を形成する段階を含むISEを使用する。ディスプレイ形成プロセスは、さらに、シリコン膜において、ピクセル電極、トランジスタと駆動回路の配列を形成する段階と、各ピクセル内にエレクトロルミネセント構造を形成する段階とを含む。各トランジスタは、各ピクセルが、一つのトランジスタ回路によって独立に作動される如く、ピクセル電極に電気的に連結される。駆動回路は、ピクセル作動を制御するために使用され、そして結像が表示される。

構成の多様な新規な詳細と部品の組み合わせを含む、発明の上記と他の特徴は、添付の図面を参照してさらに詳細に記載され、クレームにおいて指摘される。特定のパネルディスプレイと発明を具現するパネルを製作する際に使用される方法は、例示のみとして示され、発明を限定するものでないことが理解される。この発明の主な特徴は、発明の範囲に反することなく多様な実施態様において使用できる。

図面の簡単な説明

第1A図は、発明による平パネルディスプレイの分解斜視図である。

第1B図は、発明の好ましい実施態様のための駆動システムを示す回路図である。

第2A～2L図は、平パネルディスプレイのための回路パネルの製作を示す、好ましいプロセス流れ順序図である。

第3図は、ディスプレイパネルの好ましい実施態様の断面図である。

第4図は、再結晶化のために使用されるシステムの好ましい実施態様の斜視図である。

作動される如く、ピクセル電極に電気的に連結される。

ELディスプレイのための単結晶シリコン層形成プロセスの好ましい方法は、基板上的絶縁性酸化物におけるシリコン層の形成に係わるSOI技術を含む。SOI技術は、本発明のELディスプレイの高圧、高密度回路をサポートするために好ましい。さらに具体的には、酸化層は、DMOSTランジスタの如く、高圧素子に耐える構造を可能にする。さらに、SOI構造は、高解像度ディスプレイにつながる高密度ピクセル回路を達成するためのチャネル分離を設ける。

他の好ましい方法は、単結晶シリコン膜が、分離され、別の材料に接着される支持基板において形成されるSOI技術に係わるELディスプレイのための薄膜形成処理に関する。一つの好ましいプロセスにおいて、単結晶シリコンの膜は、基板において形成され、そしてアクティブマトリックス回路が、シリコン膜において形成される。次に、膜は、その基板から分離され、ピクセルの発光を改良するために、反射材料に転移される。別の好ましい実施態様において、膜は、その基板から分離され、光特性を改良するために、材料の湾曲表面に転移される。例えば、ELディスプレイは、ヘルメット鏡着システムの湾曲まびさしに取り付けられる。代替的に、ELディスプレイは、ヘッドアップディスプレイのための湾曲風防に取り付けられる。

別の好ましい実施態様において、単結晶シリコンの膜は、基板において形成され、そして金ウェーハが、上層に取り付けられる。次に、金基板は、エッチバック手順によって除去される。

ELディスプレイ形成プロセスの特別の好ましい方法は、絶縁性基板の上に多結晶シリコンの層を形成し、多結晶シリコン上にキャッピング

第5A図は、結晶化材料において境界を同調化するパターン化制御層の使用を示す。

第5B図は、境界を同調化するためのパターン化キャッピング層の使用を示す。

第6A図は、発明によるガラスへの転移の前のMOSFETのドレイン電流と相互コンダクタンス特性を示す。

第6B図は、ガラスへの転移後の第6A図のMOSFETのドレイン電流と相互コンダクタンス特性を示す。

第7A図は、2つの異なるドレイン電圧において対数スケールでプロットした、第6A図の素子のドレイン電流を示す。

第7B図は、2つの異なるドレイン電圧において対数スケールでプロットした、第6B図の素子のドレイン電流を示す。

第8A図は、ゲート電圧が0～5ボルトで変化する、第6A図の素子のドレイン電流出力を示す。

第8B図は、ゲート電圧が0～5ボルトで変化する、第6B図の素子のドレイン電流出力を示す。

第9A～9C図は、発明によるリフトオフプロセスを示す一連の断面図である。

第10A図は、発明の別の実施態様による、リフトオフ処理中のウェーハの部分斜視図である。

第10B図は、プロセスにおける段階後、リフトオフ構造の第10A図の線II-IIに沿って取った断面図である。

第10C図は、レジストレーションが維持される別の実施態様において、リフトオフ処理中のウェーハの一部の部分斜視図である。

第10D図と第10E図は、リフトオフプロセスにおけるさらに他の段階後の第10C図の構造の断面を示す。

第11A～11E図は、発明によるリフトオフ手順のプロセスフローにおける各段階中のウェーハの略図である。

第12A～12C図は、発明の別の好ましいリフトオフ手順の略断面図である。

第13A～13C図は、発明による転移の好ましい方法を概略的に示す。

第14A図と第14B図は、発明によるさらに他の転移方法を概略的に示す。第15図は、発明による素子レジストレーションを重視制御するための好ましいシステムを示す。

第16A図は、本発明によるエレクトロルミネセントパネルディスプレイの分解斜視図である。

第16B図は、エレクトロルミネセントカラー表示要素の斜視図である。

第16C図は、エレクトロルミネセントパネルディスプレイのための駆動システムを示す回路図である。

第16D図は、第16C図のDMOSTランジスタの等価回路である。

第17A～17L図は、エレクトロルミネセントパネルディスプレイの回路パネルの作製を示す好ましいプロセス流れ順序図である。

第18A～18D図は、エレクトロルミネセントカラーディスプレイの作製を示す好ましいプロセス流れ順序図である。

第19A～19B図は、SOI構造の上層への転移及びボンディングと基板の除去を示す好ましいプロセス流れ順序図である。

他の好ましい実施態様は、各ピクセルに対して発光体を形成するために、他の固体状態材料を使用する。その光透過特性が電界の印加により変更されるエレクトロルミネセント膜、多孔性シリコン又は発光材料が、発光体を形成するために使用される。従って、エレクトロルミネセント表示要素(ELD)、多孔性シリコン表示要素又は発光ダイオードが、形成され、ディスプレイを設けるために使用される。

パネルにおいてディスプレイを制御するために使用される駆動回路が、第1B図に示される。回路18は、入力信号を受信し、バス13を通して信号をピクセルに送信する。回路20は、各ピクセルにおいてキャパシタ26を充電する個々のトランジスタ23をオンにするために、バス19を通して走査する。キャパシタ26は、配列の次の走査まで、ピクセル電圧と液晶21において電荷を保持させる。発明の多様な実施態様は、所望のディスプレイの形式により、各ピクセルでキャパシタを使用する又はしない。

第2A～2L図は、回路パネル構成が形成された、シリコンオンインシュレータ(SOI)膜を形成するために、絶縁シリコンエピタキシー(ISE)プロセスの使用を示す。なお、任意の数の技術が、単結晶Siの保護を設けるために使用される。第2A図に示されたものの如く、SiO₂構造は、基板30と、基板30において成長又は堆積された(例えば、SiO₂等の)酸化物34を含む。シリコンの薄層結晶層は、酸化物34上に形成される。酸化物(又は絶縁体)は、こうして、Si表面層の下に埋め込まれる。ISE SOI構造の場合に、頂部層は、CMOS回路が作製される實質的に単結晶の再結晶化シリコンである。埋め込み絶縁体の使用は、従来のバルク(チョクラルスキー)材料におい

第20A～20B図は、GeSi合金が中間エッチストップ層として使用される、代替的な転移プロセスを示す、好ましいプロセス流れ順序図である。

好ましい実施態様の詳細な説明

発明の好ましい実施態様が、第1図におけるパネルディスプレイの斜視図に示される。ディスプレイの基本構成要素は、白又は他の適切な色である光源10、第1偏光フィルター12、回路パネル14、フィルター板16と第2偏光フィルター17を含み、層構造において固定される。液晶材料(不図示)は、回路パネル14とフィルター板16の間の容積に置かれる。回路パネル14におけるピクセル22の配列は、各ピクセルが、ピクセルとカラーフィルター板16に固定した対向電極の間にある液晶材料において電界を発生させる如く、配列に隣接して位置付けられた第1及び第2回路構成要素18、20を有する駆動回路によって個別に作動される。電界は、液晶材料を通過される偏光の回転を生じさせ、隣接カラーフィルター要素が照明されることになる。フィルター板システム16のカラーフィルターは、青24、緑25、赤27と白29の如く4つのフィルター要素のグループに分類される。フィルター要素24、25、27、29に関連したピクセル又は光弁は、そのピクセルグループに対する所望の色を設けるために選択的に作動される。

本発明は、ディスプレイパネルの各ピクセルを形成するために、透過性又は発光性材料を使用する。そのために、好ましい実施態様は、前述の液晶材料の如く任意の液体を使用し、各ピクセルに対して透過性光弁を形成する。他の好ましい実施態様は、各ピクセルに対して透過性光弁を形成するために、強磁性材料の如く固体状態材料を使用する。さらに、

て獲得されるよりも高電圧の素子を設ける。150万を超えるCMOSTランジスタを含む回路が、ISE材料において成功裏に作製された。

第2B図に示された如く、図38は、各ピクセルに対するトランジスタ領域37とピクセル電極領域39を規定するためにパターン化される。酸化物40は、それから、各ピクセルの2つの領域37、39の間のチャネルを含むパターン化領域上に形成される。それから、固着結晶化材料38が、nチャネル素子を設けるためにホウ素又は他のp形ドーパント(又は代替的に、pチャネル素子に対してn形ドーパント)を注入44(第2C図)される。

それから、多結晶シリコン層42が、ピクセル上に堆積され、そして層42は、第2D図に示された如く、n形ドーパントを注入46され、ゲートとして使用される層42の抵抗率を低下させる。ポリシリコンは、第2E図に示された如くゲート50を形成するためにパターン化され、続いて、トランジスタのp⁺ソース及びドレイン領域を設けるためにホウ素を大きく注入52される。第2F図に示された如く、酸化物54は、トランジスタ上に形成され、そして開口60、56、58が、それぞれ、ソース66、ドレイン64とゲートに接触するように酸化物54を通して形成される。アルミニウム、タングステン又は他の適切な金属のパターン化金属被膜70は、露出ピクセル電極62をソース60に連結し、ゲートとドレインを他の回路パネル構成要素に連結するために使用される。

第2の作製手順は、ガラスに貼り合わされた処理シリコンの薄膜(1～5ミクロン)を形成するために開発された基板剥離プロセスの一つである。これらの膜は、転移の前に部分的又は完全に作製されたFETの

如く、活性半導体素子を含む。転移のための横方向成長エピタキシャル膜のへき開 (CLEFT) アプローチを含む結晶化及び制膜手順は、参照としてここに取り入れた。米国特許第4,727,047号において十分に記載される。化学エピタキシャルリフトオフ (CEL) アプローチは、米国特許第4,846,931号と第4,883,561号において十分に記載される。CLEFTとCELの両技術は、基板の再使用を許容し、基板が消費される他のアプローチと比較して費用を縮小させる。SOIウェーハと薄膜制膜技術を組み合わせるにより、ガラスにおいて要求高品質膜及び回路を形成することができる。

前記は、CELプロセスが、制膜層のHF (又は他のエッチング液) アンダーカットに対して必要とされた横方向距離によって制限されることを示す。CELを使用する大面積パネルへの場合は、完全大面積膜よりもむしろ、パターン化素子及び/又は回路の制膜である。というのは、回路又は素子は、エッチングを制膜層に達させるために膜を通して垂直チャネルとして使用される未使用領域を有する。このアプローチは、第2H~2L図に示される。制膜基板から回路を除去するために、第1開口70 (第2H図) が、ピクセル間にある層36の露出領域において形成される。それから、層34の第2の大部分が、層36の一部が空洞72上に延びる如く、空洞72を形成するために除去される。

第2I図において、支持性76は、空洞72と開口70を備えたために形成され、層36の一部上に延びている。それから、開口又はグワイアホール74が、エッチング液が、層34 (第2J図参照) を除去するために、ホール74又は空洞78を通して導入される如く、層36を通して設けられる。残りの絶縁性層36と支持された回路は、支持性7

6により基板30に関して部位に保持される。紫外線で硬化されるエポキシが、光透過性基板80を回路と層36に取り付けるために使用される。それから、基板80は、柱76の回りのエポキシ84の領域が、残余のエポキシ82が硬化される間硬化のままである如く、パターン化される (第2K図参照)。基板30と柱76は、第2L図に示された構造を設けるために除去され、所望のディスプレイパネルを設けるために処理される。

UV硬化性接着剤 (又はテープ) が、必要な場合に、回路を保護するためにパターン化され、そしてHFが、残りの制膜層に達するために使用される。

なお、テープが使用される場合に、テープは、制膜後の回路への支持を設ける。膜を含む大面積GaAs素子は、このようにして作製され、そしてこれらは、一テープにおいて全ウェーハから素子を形成するために制膜された。制膜された回路は、液晶ディスプレイパネルのガラスと他の要素に再接着される。透明接着剤が、接着の好ましい方法である。

最終ディスプレイパネルを形成するために、第2L図に示された回路パネルが、エッチングされ、所望のピクセル要素を露出させる。絶縁及び塗層、スペーサー、密封ボーダーと連結用貼合せパッドが、回路パネルに付加される。スクリーン印刷プロセスが、ボーダーを準備するために使用される。カラーフィルターと対向電極を含む板が、スペーサーの挿入後、密封ボーダーにより回路パネルに密封される。ディスプレイは、ボーダーを貫通している一つ以上の小さな注入穴を介して、選択された液晶材料で充填される。この注入穴は、それから、樹脂又はエポキシで密封される。第1及び第2偏光膜又は層が、両側に貼合され、そし

てコネクタが付加される。最後に、白光源114又は他の適切な光源が、偏光器112に結合される。

結果の素子の断面図が、第3図に示され、この場合ピクセル電極102と104は、互いに横に隣接される。各ピクセル102、104は、トランジスタ106と、付随したカラーフィルター120、122を有する。偏光要素112、118が、貼合せ要素又は接着剤108と、ガラス又はプラスチックの如く光透過性基板110を含む構造の対向側において位置付けられる。層108は、2~10ミクロンの厚さを有する透明なエポキシ又は低屈折率ガラスである。

CLEFTプロセスは、再使用可能なホモエピタキシャル基板から、化学蒸着 (CVD) によって成長された薄い単結晶膜の分離を許容する。CELプロセスと異なり、CLEFTプロセスにおいては、回路又は素子は、最初に、ガラスに貼合され、接着後、回路と基板の間で分離される。

CLEFTによって基板から除去された膜は、本質的に低欠陥密度の単結晶であり、ほんの数ミクロン厚であり、結果的に、回路パネルは、軽量であり、良好な透過特性を有する。本出願の目的のために、用語「本質的単結晶」とは、多数の結晶が、少なくとも0.1cm²、好ましくは、0.5~1.0cm²以上の範囲において膜の平面における断面領域上に広がることを意味する。

米国特許第4,727,047号に示されたCLEFTプロセスは、次の段階を含む。すなわち、制膜層 (虚弱平面) 上の所望の薄膜の成長、金属化と他の被覆の形成、膜とガラスの如く第2基板 (又は上層) の間の貼合せの形成、及びへき開による虚弱の組込み平面に沿った分離であ

る。基板は、再使用のために利用できる。

CLEFTプロセスは、制膜層の頂部において連続膜を形成するために、横方向エピタキシャル成長を使用して、本質的単結晶材料のシートを形成するために使用される。シリコンに対して、横方向エピタキシーは、ISEプロセス又は他の再結晶化手順によって達成される。代替的に、他の標準地膜技術も、必要な層膜の本質的単結晶材料を形成するために使用できる。

制膜層を形成する材料の必要な特性の一つは、層と半導体膜の間の接着の欠如である。弱い平面は制膜層によって作成されるために、膜は、劣化なしに、基板からへき開される。制膜層は、Si₃N₄とSiO₂の多層膜を具備する。そのようなアプローチは、SiO₂をCMOS論理の背面を不活性化するために使用する。(Si₃N₄は、虚弱平面を生成するために溶解される層である。) CLEFTアプローチにおいて、回路は、最初に、ガラス又は他の転移基板上に貼合され、それから、分離され、UV硬化テープと比較して単純な取り扱いとなる。

ISEプロセスにおいて、酸化膜は、基板と、回路を含む頂部Si膜に強力に付着される。この理由のために、結合の強度を化学的に縮小することが必要である。この技術は、制膜層において虚弱平面を形成するために完全な分離なしに、エッチング液により優先的に溶解される制膜層を含む。それから、膜は、ガラスが回路と電極に貼合された後、機械的に分離される。

機械的分離は、次の如く達成される。膜の上面は、透明なエポキシでガラスの如く上層に貼合される。それから、膜とガラスは、へき開支持物として役立つ5mm厚のガラス板にワックスで貼合される。金属く

さびが、表面を分離させるために、2つのガラス板の間に挿入される。マスクは基板に対して低接着力を有するために、膜は、基板からへき開されるが、ガラスに接着されている。それから、基板は、CLEFTプロセスの別のサイクルに対して使用され、そして素子処理が、膜の背面において完了される。なお、素子が上層に付着されているために、背面は、フォトリソグラフィを含む標準ウェーブ処理される。

方法は、さらに、Si基板の場合にシーディングにより、異質基板の場合にシーディングなしの単結晶膜の準備を含む。シーディングされたSi膜の場合に、標準再結晶化プロセスが使用される。いずれにせよ、圧縮酸化又は酸化層が、制御目的のために最適化される。

第4図に概念的に示された、再結晶化システムの一実施形態において、基板温度は、下方加熱器130によって融点近くまで昇温される。上方ワイヤ又は黒鉛条片加熱器132が、サンプル134の頂部を加熱し、移動する融解ゾーン136により多結晶シリコンを再結晶又はさらに結晶化させる。Siにおける標準プロセスにおいて、横方向エピタキシーは、下方酸化物を通して小開口からシーディングされ、そして結果の単結晶膜は、基板の底面を有する。キャッピング層138は、結晶化の前に、多結晶材料の上に堆積される。

異質基板の使用は、シーディングを排除する。この場合、本質的単結晶Siは、粒界エントレインメント技術により獲得される。粒界エントレインメントは、再成長領域において熱成分における空間を導入するために、制御酸化物又はキャップ層のいずれかをパターン化することにより使用される。温度フィールドにおける空間は、融解前面の位置を変化させ、予測可能な位置に粒界を同調化する。制御酸化物142のパター

ン化が、第5A図に示される。この実施形態において、基板140は、制御酸化物142で充填された溝150を有する。キャップ146と制御層142の間に広がる結晶化材料144における粒界148の同調化により、Si回路又は電極は、高品質の領域に位置する。金属化と他の特徴は、粒界上に位置する。

図示された如く、好ましい技術は、必要な同調化構造により再使用可能な基板をパターン化することである。いったんこのようにパターン化されると、再使用可能な基板は、再パターン化を必要としない。そのようなスキームにおいて、同調化膜は、溝を完全に満たすために十分な厚さの材料を設けられる。溝における材料は、例えば、プレーナー化Si₃N₄を含む。一方、制御層は、SiO₂のさらに堆積を含む。代替的に、溝は、SiO₂で完全に満たされる。それから、溝は、制御エッチングのためのチャネルとして機能する。

第2アプローチは、第5B図に示された如く、キャップ堆積の後に、キャップ層145をパターン化することを含む。キャップ145のパターン化リッジ147は、キャップ145と制御層141の間に広がる再結晶化材料において粒界148に重なる。第3アプローチは、多結晶シリコン層をパターンするものである。キャッピング層は、異質基板で使用される。キャッピング層は、熱サイクルを通じて粘着性でなければならないが、素子処理のために除去可能でなければならない。キャップは、なめらかなSi基板に対して良好に作用するが、同調化のために必要なパターン化層は、新膜を必要とする。

第6～8図は、ガラス基板への転移の前段で、発明により作製されたMOSFETの電気特性を示す。第6A図は、直線領域におけるゲート

電圧 V_g の関数として、ドレイン電流 I_d と相互コンダクタンス G_m をグラフで描き、この場合ドレインソース電圧は、ガラスへの転移の前のMOSFETに対して50mVである。MOSFETは、2501m/201mの幅対長さ比率と、0.51m厚の再結晶化シリコン材料において890Aのゲート酸化物厚を有する。第6B図は、ガラスへの転移の後、同一素子のドレイン電流 I_d と相互コンダクタンス G_m を示す。

第7A図は、2つのドレインソース電圧 $V_{ds}=50mV$ と $V_{ds}=5V$ において、対数スケールにおいてプロットした、第6A図の素子のドレイン電流をグラフで示す。

第7B図は、ドレインソース電圧 $V_{ds}=50mV$ と $V_{ds}=5V$ において、対数スケールにおいてプロットした、第6B図の素子のドレイン電流をグラフで示す。

第8A図は、 $V_{gs}=0, 1, 2, 3, 4$ と5ボルトのゲート電圧において、第6A図の素子のドレインソース電圧の関数として、ドレイン電流 I_d をグラフで示す。

第8B図は、 $V_{gs}=0, 1, 2, 3, 4$ と5ボルトのゲート電圧において、第6B図の素子のドレインソース電圧の関数として、ドレイン電流 I_d をグラフで示す。

CEシアプローチに対して、さらに他の実施形態は、ガラス板における制御回路の再取り付けを含む。出題の方法は、層積半導体と接着剤の間の一種の密着を確保するが、再成長において他の欠陥を導入しない。

方法としては、分離される層の前側へのApiezon Wワックスの塗布が挙げられる。ワックスにおける応力は、湾曲を引上げ層に伝え、これにより、エッチング前面へのエッチング液の接近を可能にする。

エッチング前面への接近は、はがされる全領域の外縁からのみ達成される。

しかし、2cm×2cmよりも大きな領域に対して、数時間又は数日までに延長される長いリフトオフ時間のために、このプロセスは、大面積リフトオフを含む応用に対して使用を限定される。湾曲性は、エッチング前面へのエッチング液の接近を増大させるために必要とされる。しかし、リフトオフのために必要な湾曲性は、低温ワックスによって生じ、その結果、高温処理は、このワックスが存在する間行われない。存在するサンプルは、しばしば、基板の再使用を許容しないサイズまでへき開される。ワックス塗布プロセスは、自動化され、この手順が好ましい応用における基板の再使用を許容するためにパターン化可能である。このプロセスは、背面処理を必要としない個別の小領域に対してのみ使用される。

発明の別の実施形態は、標準リフトオフプロセスにおいて黒ワックスに置き換わるために種々の膨張係数の層又は厚膜材料の組み合わせの使用に係わる。このプロセスは、第9A～9C図に示される。正しい温度を使用することにより、リフトオフのために必要な湾曲性は、層における差応力により与えられる。単一層は、はがされる材料に関して正しい膨張係数を有するならば使用される。この方法は、リフトオフ温度において正しい湾曲性を伝え、室温において平坦であり、そしてまた、背面処理中膜を支持する支持層を可能にする。

発明のこの実施形態は、第9A～9C図の構造200に関連して記載される。エピタキシャル層又は素子が形成される適切な基板材料を含む基板202が、設けられる。制御層204は、基板202において、好

ましくはCVDにより成長される。薄膜シリコン形成可能層に対して、 SiO_2 層が、前述の如く使用される。

半導体層構造206は、同様にCVD又は他の前述の方法により、剥離層204において形成される。構造206は、好ましくは、発明によるトランジスタの配列の作製のために配置した材料を具備する。

例えば、CVDを使用することにより、構造206は、非常に薄く、すなわち、約5ミクロン未満、好ましくは、2ミクロン未満にされ、接触層は、0.1ミクロン厚よりも小さい。

必要なドーパントは、一般に、ソース、ドレイン及びチャネル領域を規定するために、成長プロセスの後、拡散又は注入により導入される。次に、構造206は、従来の技術を使用して、前面又は頂面において処理され、ゲートと各ピクセルが位置する金属接点と、必要に応じて、バスバーとボンディングパッドを形成する。

第1のリフトオフ実施形態において、被覆208が、前面処理構造206において形成される(第9A図)。被覆は、種々の熱膨張係数の厚又は薄層材料の組み合わせから成る。例えば、被覆208は、窒化物、金属、バイメタル又はガラス応力緩衝を具備する。接触金属被覆(不図示)はまた、接触層においてこの時に塗布される。

被覆層208と構造206は、従来のフォトリソグラフィアを使用してパターン化され、そして被覆材料208と構造206は、適切な選択性エッチング液によるエッチングにより、第9B図に示された如く、所定の領域において剥離層204まで除去される。上記の段階は、被覆208の被覆材料の間に大きな熱応力が生成されない、十分に低い所定の温度において行われる。次に、温度は、十分な温度まで昇温され、被覆

208において熱応力を生じさせる。この昇温において、構造は、剥離エッチング液に露置される(第9C図参照)。

剥離エッチング液は、究極的に、剥離層204を十分にエッチングし、被覆208によって支持した分離素子構造206を除去させる。それから、これらの構造は、熱応力が解放される低温にされ、個別素子を続く表面処理に対して平坦にさせておく。

このプロセスは、個別チップを表面処理に対して平坦にさせ、支持構造が表面処理温度に対して、不透過性のガラスの如く材料から形成されることにおいて、Gmitter他の黒ワックスプロセスに対する大きな利点を設ける。

2つの異なる手順が、ウェーハスケールリフトオフを遂行するために使用される。第1方法は、転移される膜が形成される金基板のエッチングに係わる。これは、「エッチバック」手順と呼ばれる。

第2方法は、ウェーハ又はサンプルのみの縁から剥離層にアクセスし、一つの大きなシートとして材料を剥離する。この第2方法は、同一ウェーハから引上げられた素子間にレジストレーションを必要としない場合に対してである。登録が望まれないならば、自動化手順が、個別素子の領域又は材料の領域のリフトオフに対して使用される。前面処理が完了した後、UV硬化エポキシが、所望のパターンで硬化され、不要な場所を除去され、それから、剥離層までのエッチングのためのマスクとして使用される。UV硬化エポキシは剥離され、分離後の引上げられた膜のための支持物として作用する。分離素子は、エッチング液から回収される必要があり、選択及び場所識別方法を使用して、別個に処理される。

これらの代替的なリフトオフプロセスは、第10A~10E図に関連

して記載される。この場合第9図において対応する項目は、第10図と同一参照番号を保持する。第10A図の部分斜視断面図に示された如く、基板202には、剥離層204を形成してあり、素子構造206によって従われ、すべては第9図に関連して記載された如くである。構造206へのボンディングパッドと金属接点(不図示)の如く、すべての前面処理が、完成される。

溶解又はエッチング可能でない状態から溶解又はエッチング可能な状態(又は逆)に変換される材料は、前面処理構造206において形成される。例えば、UV硬化性エポキシ230は、構造206上に上げられる。このエポキシは、UV光への露出により溶解性でなくなるという特性を有する。

材料のUV光透過性マスク剥離層232は、エポキシ230上に形成され、そして開口236を有するパターン化不透明マスク234が層232上に露置される。

マスク234は、UV光を照射され、マスク開口236の下側のエポキシの領域を硬化させ、未硬化状態よりも溶解性でなくする。剥離層232は除去され、そしてマスク234が除去される。次に、未硬化エポキシは、剥離層204(第10B図参照)までの如く、溶剤によって除去される。

硬化エポキシ230は、剥離層204からの分離後、薄層構造206のための支持物として役立つために、構造上に残される。このように、エッチング前面は、剥離領域204までチャネル240をカットすることにより、構造の全頂面領域を小領域に分割することにより増大される。

ウェーハサイズリフトオフのための第2方法は、引き上げられる全領

域を小領域に分割することにより、エッチング前面の量を増大させる。チャネルが、引き上げられる材料の全領域にカットされ、これにより、剥離層を露出させる。これらのチャネルは、領域を完全に分離するか、又はリフトオフ領域に部分的に切り込むスリットから成る。

第2方法は、互いに関して材料の小領域を登録し、同時に、露出された剥離層への大きな接近をエッチング媒体に許容しようとする問題を扱う。これを行う能力により、溶剤からの容易な回収、表面におけるウェーハスケール処理、及びエッチング前面の小領域と最大露出による短いリフトオフ時間が許容される。このアプローチの重要な特徴は、すべてのエッチング前面へのエッチング溶剤アクセスを設けながら、全ウェーハ領域のレジストレーションを許容することである。

素子間のレジストレーションが、トランジスタの配列における如く必要とされる場合に、第10C~10E図の代替的実施形態のリフトオフ方法は、多数の利点を設ける。

第10C図のこの代替のプロセスは、互いに関して小素子又は材料のピクセル領域を登録し、同時に、露出剥離層へのエッチング媒体アクセスを許容しようとする問題を解決する。これを行う能力により、溶剤からの容易な回収、表面におけるウェーハスケール処理、小領域と最大エッチング前面による短いリフトオフ時間が許容される。このアプローチはまた、すべてのエッチング前面へのエッチング溶剤アクセスを設けながら、全ウェーハ領域を通じて素子のレジストレーションを可能にする。第10C図を参照すると、ウェーハの矩形部分区分が示される。ウェーハは、剥離層204がCVDによって堆積された半導体基板202から形成され、続いて前面処理トランジスタパターナル206によって従われ、

すべては前述の如くである。

未硬化液体UVエポキシ250の如く、変形可能な材料が、構造206の頂面又は前面に広げられる。前実施態様からの逸脱点は、プラスチックの如く透明材料製の多孔ブレーナ格子252が、エポキシ250の頂面に位置させられる時、次の段階において発生する。孔256は、格子252の平面に直交し平面を貫通している。

孔256を覆うように登録された不透明円256を有するフォトマスクが、それから、格子252上に添着される(第10C図)。(オプションのUV透明マスク剥離層(不図示)が、マスク除去を容易にするためにマスク258と格子252の間に形成しても良い。)UV光は、マスクに露光され、第10D図に示された如く、不透明円256の下を除いてすべての場所で下側エポキシ254を硬化させる。この場合エポキシ250の硬化区分は陰影区分で示され、未硬化区分は白で示される。マスク258は除去される。未硬化エポキシ250は、適切な溶剤によって開口256から除去され、構造206は、開口を通して剥離層204までエッチング除去される。それから、剥離層は、上で設けられた如く、開口256を使用してエッチング除去される。エッチング液のアクセスは、こうして、ウェーハの多数の点において達成され、配列が硬化エポキシ254によって格子252に付着される(第10E図参照)。

レジストレーションへの別のアプローチは、剥離層204までエッチングすることにより素子材料において直接にチャンネル260を形成し、これにより、材料のみにチャンネルを形成することである(第11A図)。これらのチャンネルはまた、第9図のUV硬化エポキシパターンニング方法を使用し、剥離層204までエッチングすることにより(第11B図

に良好に作動する単純な方法は、フォトレジストマスキングによって材料206において直接にチャンネルを形成し、続いて、剥離層204までエッチングすることである。これは、剥離層の上の材料の高さに等しい材料においてチャンネル260を形成する。次に、エッチング液は、引き上げられる層の表面に置かれ、あるいはウェーハが、エッチング液に浸される。いずれにせよ、引き上げられる領域206の間のチャンネル260は、エッチング液材料で充填される。これが行われた後、リフトオフの後レジストレーションを保持する上側支持層は、詳細に記載された貼合せ方法により構造206の前面に付着される。上側支持物は、材料206に固定され、一方、ウェーハは浸され、あるいはエッチング液は、ウェーハの前面を覆い、チャンネルを充填する。支持材料は、形成されたチャンネルをふさがず、これにより、エッチング液を押し出さないほど十分に剛性でなければならない。適切な支持材料は、ガラス、プラスチック又は他の光透過性物質を具備する。これは、エッチング液アクセス穴を必要としない固体支持媒体を許容し、こうして、プロセスを非常に単純化する。

トラップされたエッチング液は、剥離層204を十分に溶解させ、その結果、領域206は、裏面が剥く処理、すなわち、裏面薄体金属化とボンディングパッドの形成のために露出され、支持物によって支持かつ登録される間、除去される。上記の支持材料のほかに、小形素子を取り扱うために産業において非常に公知なUV剥離テープが、機つかの理由のために優れた支持選択であることがわかった。これらのテープは、強いUV放射線に露出された時、接着力をほとんど失うという特性を有する。さらに、湿気は、接着剤に影響を与えるのではなく、そして液

参照)、又は第11C図の平面図に示された如く、分離される領域270の間にチャンネル260又はアクセス路を形成する他の方法を使用することにより、より高くされる。支持物280は、チャンネル260上の材料270に取り付けられ、それから、エッチング液が、チャンネルに沿って流され、これにより、ウェーハの中心へのエッチング液のアクセスを与える(第11D~11E図)。高いチャンネルは、高速剥離を速するためには毛細作用を加速するために役立つ。真空補助、超音波補助、等を含む他の方法もまた、チャンネル260でのエッチング液の移動を加速するために使用される。

同一線に沿って、チャンネル260は、下の剥離層を露出させるために素子材料において作られる。それから、多孔性材料が、スピン塗布され、あるいはそうでなければ、前面に形成又は付着される。この材料は、UV、熱、又は溶剤処理により硬化された時、剛性又は半剛性であり、このため、基板からの分離後、引き上げられた膜を支持することができる。材料は、エッチング液によって破壊的に作用されずに、エッチング液を通過するために十分に多孔性である。このようにして、エッチング液は、多孔性材料を通過し、露出点において剥離層へのアクセスを与えられる。

別の実施態様において、剥離層エッチング液は、下側支持構造が構造206に取り付けられる前に、剥離層と接触される。このプロセスが作動するためには、チャンネル260は、エッチング液がトラップされる、引き上げられる材料の素子又は領域の間に形成されなければならない。基本プロセスは、次の如くである。チャンネル260は、基板202において剥離層204を露出させるリフトオフ領域206の間に形成される。これは、素子間にチャンネルを作成する前述の方法により行われる。非常

体に浸されたとしても、良好に塗布される。これらのテープは、単独で、又は薄い支持物と組み合わせ使用される。この付加支持物は、耐久的でないならばUV放射線に透過性の材料から形成され、そしてそれは、使用されるエッチング液によって破壊的に作用されるべきでない。

UV剥離接着剤は、テープ基張り材料の代わりに、他の支持材料に直接に塗布される。第12A~12C図に示された如く、両面UV剥離テープ282と組み合わせた支持物280が、使用される。テープ282の一方の側が、支持物に接着される。それから、他方の側が、エッチング液が塗布された後に、構造206の前面に接着される。それから、エッチング液は、素子206をアンダーカットすることを許容される。素子は、第12A図に示された如く、支持物280に剥離テープによって付着される。リフトオフ時間は、エッチング液がウェーハ表面における多数の点から剥離層へのアクセスを有するために、非常に短い。

このように、素子は、相互に関して登録され、そして裏面処理中支持物280によって支持される。

テープの接着力は、支持物を通したUV照射によって剥離され(第12B図又は第12C図)、そしてテープは、素子を破損したまま、キャリア280から取り外される。いっそうのUV露出は、素子を真空室によって除去させ、又はテープから他のテープ284又は基板288(第12B図又は第12C図)又は他の媒体に関するエポキシ286に直接に転移させるために十分な程度まで、テープへの素子の接着力を減少させる。0.5cm幅の分離領域が、この非湾曲方法によって引き上げられた。引き上げられ、同時に登録される全ウェーハサイズは、ウェーハサイズによってのみ制限される。

示された如く、代替的实施態様は、UV硬化接着性テープとエポキシの使用に係わる。接着剤は、薄膜トランジスタとCMOS回路要素をガラスに貼合せるために使用される。接着剤は、14" x 14"以上の板に塗布される。塗布方法としては、スピンコーティング、真空被覆、スプレー、必要な一様性と光学品質を設けるための標準厚膜塗布プロセスが挙げられる。

別の好ましい実施態様は、回路パネルにおいて密接な間隔でない位置に密接な配置の素子を転移する方法を含む。第13A図、第13B図と第13C図に示された技術は、素子が正しく位置付けられるまで、伸縮性テープ又は膜の引き伸ばし又は収縮を使用する。この技術はまた、前述のリフトオフ手順、及び機械的方法又は引き伸ばしと機械的方法の組み合わせを含む。商業的に利用可能な素子は、膜の引き伸ばしを正確に制御するために使用される。構成要素の適正なレジストレーションを設けるために引き伸ばし及び転移中、素子の間隔を測定するために、多種な方法が使用される。

構造300に関連して第13A図に示された如く、トランジスタ又は薄膜半導体領域の配列304が、伸縮性基板302に転移された。トランジスタ又は領域304は、上記の手順により、又は他の適切な手順を使用して、作製かつ転移された。基板302は、接着剤を具備する。

第1実施態様において、構造は、第13B図に示された如く軸306に沿って引き伸ばされ、これにより、軸306に沿った素子304間の距離308を増大させ、別の方向において素子間の距離310を同一にしておく。それから、基板302は、第13C図に示された配列を生成するために軸314に沿って引き伸ばされ、この場合素子304は、一

方の方向において間隔308を有し、直交する方向において間隔312を有する。

別の実施態様において、第13A図の構造300は、第13C図に示された配列を設けるために、方向306、314において同時に引き伸ばされる。

機械的技術は、第14A図と第14B図に示される。テープにおいて素子320のリフトオフ配列で開始される。このテープ322は、軸326に沿って左右に、軸328に沿って上下に移動するフレーム324に置かれる。たわみ性テープ334を有するドラム330は、その周囲に置かれる。それから、器具340が、素子324に押し出され、素子の第1行をドラムテープ334に押し出す。ドラムテープ334は、必要な角度において方向332において指付けられ、再び、器具340は、間隔338の素子の第2行をテープ334に押し出す。これは、すべての行が転移されるまで続けられる。素子336の行を有する第1ドラムテープ334は、フレーム324に置かれる。同一動作は、行を新ドラムテープ339に転移することにより続けられる。

別の実施態様は、一方の方向においてテープを引き伸ばし、これを別のテープに転移させ、他方の方向にそのテープを引き伸ばし、そして素子を最終支持物に転移することである。この方法は、小形の個別素子に対して十分に適する。

転移又は最終基板において素子304間の距離を測定するためのシステムが、第15図に概念的に示される。レーザー350は、基板354の方向にビーム352を指向させ、源を走査する。センサー356は、透過及び/又は反射光を検出し、ビームが素子304によって偏向され

る信号を発生させるように位置付けられる。制御器358は、素子304の間の距離が正確に測定される如く、基板354に関するビーム352の移動を相関させる。制御器358は、素子の選択又は列の間隔に調整が行われる如く、引き伸ばし機構360に電氣的に連結される。

引き伸ばし機構360は、基板354が装着された環を通して押されるピストンから成る。基板354に対して環を通したピストンの移動は、素子304間の間隔を増大させるために正確に規定された方法で基板354を引き伸ばす。

代替的に、周囲に沿って基板を把持し、適切な方向に基板を正確に引張る、第15図に示されたものと同等な引き伸ばし機構が商業的に入手可能である。

引き伸ばし後、登録された素子は、ガラス、ポリエステル又は光弁(LCD)作製用の他の適切な基板に転移される。代替的に、素子は、ディスプレイ作製用の発光素子に取り付けられる。

前述の如く、他の好ましい実施態様は、エレクトロルミネセント膜、発光ダイオード、多孔性シリコン又はディスプレイの各ピクセル要素を形成するための発光材料の如く、発光性材料を使用する。そのために、本発明の別の好ましい実施態様は、第16A図におけるエレクトロルミネセント(EL)パネルディスプレイの斜視図において示される。ELディスプレイの基本構成要素は、アクティブマトリックス回路パネル414、底部絶縁体423、エレクトロルミネセント構造416、頂部絶縁体417、及び光透過性電極419を含む。これらは、層化構造において固定される。EL構造416は、2つのプレーナー絶縁層417と423の間に位置付けられ、EL構造を通った直流を容量的に制限する

ことにより、破壊的電気降伏を防止し、そしてまた、信頼性を高めるために設立つ。絶縁体417と423は、高電気降伏を有し、その結果EL発光体層において熱電子を生成することを必要とされる高電界において有益である。ディスプレイの容量構造は、各絶縁体に隣接して電極電圧を生成することにより完成される。これらの電極の一方は、ピクセル配列422内に形成され、そして他方の電極は、光をディスプレイから出させる光透過性電極419である。

回路パネル414に形成されたピクセル422の配列は、駆動回路によって個別に作動される。回路は、各ピクセル422が、ピクセル電極と電極419の要素の間のエレクトロルミネセント構造416において電界を生ずる如く、配列に隣接して位置付けられた第1及び第2回路構成要素418、420を有する。電界は、EL要素424を照明させる。

エレクトロルミネセント構造416は、単色ELディスプレイを有する好ましい実施態様に対して単一発光体層から形成される。別の好ましい実施態様において、EL構造416は、カラーディスプレイを設けるために複数のパターン化発光体層から形成される。発光体層は、各カラーピクセルが、赤、緑、及び青発光体要素を含む如くパターン化される。ELカラーディスプレイは、参照としてここに取り入れた、Barrow他への国際出願PCT/U88/01680において開示されたELディスプレイ形成プロセスに基づいて形成される。第16B図を参照すると、各EL要素424は、赤476、482、緑478と青480の如く単一カラー要素に分割される。

所与のEL要素424に対して単一カラー要素を照明するために、駆動回路は、底部電極462の一つと透明電極419の間に電界を形成さ

せる。選択された照明単一カラー要素に対して、蛍光体の発光中心は、電界が既知のしきい値を超過する時、熱電子の流れによって励起される。それ自体、ピクセル422は、ピクセルグループに対して照明カラーを設けるために選択的に作動される。

アクティブマトリックスピクセル配列は、ピクセルの機能を制御するために、ディスプレイにおける各ピクセルと同じ場所に位置するトランジスタ(TFT)を使用する。ELディスプレイに適用された時、アクティブマトリックスアプローチは、回路パネルにおけるパワー消費の縮小とAC共振ドライバーが動作する周波数の増大を含む大きな利点を設ける。有益なELアクティブマトリックスの形成は、高電圧と高速度で動作するTFTを必要とする。単結晶シリコンは、小形(6in x 6in以下)のアクティブマトリックスELマトリックスにおいて高解像度を達成するために好ましい。

ELディスプレイにおいて、一つ以上のピクセルが、駆動回路に連結された行及び列相互連結により各ピクセルに設けられる交流(AC)によって付勢される。相互連結によるACの効率的な導通は、寄生容量によって制限される。しかし、アクティブマトリックスの使用は、相互連結の容量の大きな縮小を設け、ピクセル蛍光体におけるより効率的なエレクトロルミネセンスと高明るさを獲得するために、高周波数ACの使用を可能にする。本発明により、この利点を設けるTFTは、バルクSiウェーハ又は単結晶又は本質的単結晶シリコンの薄膜の如く、単結晶ウェーハにおいて形成される。これらの高品質TFTは、ELパネルディスプレイにおいて使用され、高速と低漏れを設けるとともに、エレクトロルミネセンスのために必要な高圧レベルをサポートする。

ランジスタX1におけるゲートが、ソース上のしきい電圧まで上昇されるならば、電流が、正AC駆動パルス中、トランジスタX1を流れて流れる。分路ダイオードD1の存在は、ゲート電圧に拘わらず、逆方向に電流を流れさせ、その結果、高ゲート電圧により、電流は、正及び負遷移中、トランジスタX1を流れて流れる。このため、EL層429は、励起されており、そしてゲートが高に保持される限り、照明される。ゲートが低、すなわち、しきい電圧V_iよりも低い電圧に保持されるならば、トランジスタX1は、正駆動パルス中導通しない。こうして、EL層429は、一連の負パルスを受け、第1負パルス中パルス電位まで帯電し、ダイオードD1の整流作用により正パルス中放電を防止される。このため、単一照明期間の後、EL層429は、全電圧と隔離キャパシタ426bと426cが一定にとどまるために、受動にとどまる。

第16C図に戻ると、回路425の第2のユニークな特徴は、2つの配線のみで制御されることである。第2の特徴は、pチャネルMOSトランジスタ421aとダイオード428の使用を通して、本発明において達成されるものである。ダイオード427は、横方向又は垂直構造として作製され、全面積又は信頼性をあまり付加しない。ダイオード427は、NMOSトランジスタ421aが対称素子であるために必要とされ、回路とディスプレイを不動作にする照明期間中、キャパシタ426aを放電させる。

回路425の性能を保証するために、回路分析が行われた。回路425は、まず、分析において低電圧を選択線413(0ボルト)に印加することによりキャパシタ426aを充電させ、それから、(この分析において0.5〜2ボルトの範囲において)所望の電圧にデータ線411

を好ましい実施態様において、絶縁体(SOI)において形成した単結晶シリコンは、ELディスプレイを駆動するために必要な高圧回路の形成を許容する。さらに具体的には、ISEプロセス又は他のSOIプロセスによって形成された薄膜単結晶シリコンは、TFTのための高圧DMOS回路とともに、ドライバーと他の論理要素のための低電圧CMOS回路の作製を許容する。

EL単色ディスプレイを制御するためのDMOS/CMOS駆動回路構成が、第16C〜16D図に示される。各アクティブマトリックスELピクセル回路425は、それぞれ、CMOS及びDMOSトランジスタ(TFT)421a、421bを含む。キャパシタ426a、426bと426cは、AC EL構造において通常存在する寄生及び阻止キャパシタを表現する。その複雑な外観に拘わらず、各ピクセル回路425は、最大1000線/インチの配列密度でさえ、ピクセル領域の小部分のみを実際に占有する。EL単色ディスプレイのための駆動回路は、簡略化の目的のためのために示される。ELカラーディスプレイに対して、各ピクセルの駆動回路は、赤、緑又は青色要素を駆動するために選択的に作動される3つのピクセル回路425を具備する。

第16C図を参照すると、ピクセル回路425の2つのユニークな見地がある。第1は、駆動回路の出力におけるDMOSTランジスタ421bの使用により、ELディスプレイが428におけるAC駆動信号で駆動されるものである。この特徴は、DMOSTランジスタを考慮することにより認められる。

第16D図を参照すると、DMOSTランジスタ421bの等価回路が、分路ダイオードD1を有するNMOS素子X1を含む。NMOST

を上昇させることにより動作する。充電シーケンスの後、キャパシタ426aは、データ及び選択線信号レベルの間の差にほぼ等しい電圧からダイオード427の順電圧降下を差し引いた電圧まで充電される。出力トランジスタ421bをオンにするために、選択線413は、最初に、約1ボルトまで増大され、そしてデータ線411は、−2ボルト〜0ボルトにランプされる。出力トランジスタ421bは、キャパシタ426bに充電された電圧に正比例する時間に対してオンのままである。このようにして、グレースケールが、回路425によって達成される。

好ましいELディスプレイ形成プロセスは、単結晶シリコン膜の形成、シリコン膜におけるアクティブマトリックス回路の作製、及び発光性要素を形成するためのEL材料の一体化を含む。そのために、第17A〜17K図は、シリコンオン絶縁体(SOI)膜を形成するための分離シリコンエピタキシー(ISE)プロセスとともに、回路パネル回路を形成するためのISE膜における高圧DMOS素子と低圧CMOS素子を作製するためのプロセスを示す。なお、ISEプロセスが示されるが、任意の数の技術が、単結晶Siの薄膜を設けるために使用される。

第17A図に示されたものの如く、SOI構造は、基板430と、基板430上に成長又は堆積された(例えば、SiO₂の如く)酸化層432を含む。多結晶シリコン膜は、酸化層432において堆積され、そしてポリSi膜は、(例えば、SiO₂の如く)キャッピング層436でキャップされる。構造は、融点の近くまで加熱され、そして薄い可動島片加熱器(第4図)が、ウェーハの頂面上を走査する。加熱器は、酸化層の間にトラップされたシリコン膜を溶解させ、再結晶させ、全領域単結晶シリコン膜434を生ずる。

シリコン434の両端結晶層は、こうして、酸化物(又は絶縁体)がSi表面層の下に埋め込まれる如く、酸化層432上に形成される。ISE SOI構造の場合に、キャッピング層が除去された後、頂部層は、本質的単結晶の再結晶化シリコンであり、これからCMOS回路が作製される。埋め込み絶縁体の使用は、従来のバルク材料において獲得されたよりも高速の素子を設ける。150万を越えるCMOSトランジスタを含む回路が、ISE材料において成功裏に作製された。

第17B図に示された如く、シリコン層434は、各ピクセルに対して個別アイランド437、438を規定するようにパターン化される。それから、酸化層435が、アイランド437と438の間のチャネル448を含むパターン化領域上に形成される。ツインウェル拡散プロセスが、p及びnウェルを形成するために使用される。nウェルを形成するために、窒化ケイ素アイランド439が、pウェルであると指定されたアイランド438を分離するために形成される(第17C図)。残りのアイランド437は、続いて、nウェル441を形成するためにn形ドーパントを注入される。pウェルを形成するために、厚酸化層442が、p形ドーパント443からアイランドを分離するためにnウェル上に成長され、そして窒化ケイ素アイランドが、除去される(第17D図)。非分離アイランドが、pウェル444を形成するために、p形ドーパント443を注入される。ツインウェル形成に続いて、厚酸化層が、活性領域を形成するために、シリコンアイランド441と444の表面上に成長される。さらに具体的には、酸化層446は、比較的均一な厚さまでエッチングされ、そして窒化ケイ素アイランド447が堆積される(第17E図)。次に、厚酸化層が、厚いLOCOSフィールド酸化

物領域451の間に活性領域450を形成するために、シリコンアイランド441と444の表面の回りに成長される(第17F図)。それから、ポリシリコンは、高圧DMOS素子のゲート453と低圧CMOS素子のゲート454を形成するために堆積され、パターン化される(第17G図)。なお、DMOS素子のゲート453は、フィールド酸化物領域451上の活性領域450から延びている。活性領域450上のゲート453の縁は、pチャネル拡散のための拡散障として使用され、フィールド酸化物領域451上のゲートの部分は、nウェルドリフト領域において電界を制御するために使用される。

チャネル拡散に続いて、nチャネルとpチャネルソース456、459とドリフト領域457、460が、ヒ素とホウ素の注入を使用して形成される(第17H~17J図)。次に、ボロフォスフォロシリケートガラス(BPSG)フロー層458が、形成され、そして開口が、DMOS素子のソース456、ドレイン457とゲート453とともに、CMOS素子のソース459とドレイン460に接触するように、BPSG層458を通して形成される(第17K図)。さらに、アルミニウム、タングステン又は他の適切な金属のパターン化金属被膜462が、素子を他の回路パネル構成要素に接続するために使用される。好ましいプロセスは、9つのマスクを具備し、高圧DMOS素子と低圧CMOS素子の作製を許容する。

DMOS素子の高圧特性は、構造の幾つかの次元とともに、拡散されたpチャネル及びnチャネルドリフト領域のドーピング濃度による。重要な物理的次元は、nウェルドリフト領域の長さ、活性領域におけるポリシリコンゲートの縁と下側フィールド酸化物の縁の間の間隔、及びフィ

ールド酸化物上のポリシリコンゲートとフィールド酸化物の縁の間の量なり量である。DMOS素子における電流移動度はまた、これらのパラメータの幾つかの関数であるとともに、素子の全サイズの関数である。好ましい実施形態は高密度配列(1Mピクセル/ cm^2)を含むために、ピクセル面積と、このため、トランジスタサイズは、できる限り小さく保持される。

第17L図を参照すると、回路パネルは、随意的に基板430から除去され、EL蛍光体を形成したガラス版431に転移される。除去プロセスは、前実施形態において記載された如く、CEL、CLEFT、又はバックエッチング及び/又はラッピングを具備する。

第18A~18D図は、エレクトロルミネセントカラーディスプレイの作製プロセスの詳細を示す。前述の如く、この作製プロセスは、参照としてここに取り入れた、Barrows他への国際出願PCT/US8801680において開示されたELカラーディスプレイ形成プロセスに基づく。ELディスプレイ形成プロセスは、単色又はカラーディスプレイであろうと、発光性層スタックの層の逐次堆積を具備する。蛍光体層は、各カラーピクセルが、赤、緑、及び青蛍光体要素を含む如くパターン化される。赤色は、赤成分のみを選択するために、黄色ZnS:S:Mn蛍光体層でろ過することにより獲得される。緑及び青蛍光体要素は、所望のスペクトル領域における発光のために、Mn以外の成分を有する。

ELディスプレイの第1層は、底部電極である。好ましいELディスプレイ形成プロセスにおいて、底部電極は、駆動回路においてトランジスタのソース又はドレイン金属化を具備する。この電極は、ELパネル

の発光効率を増大させるために、所望の波長の高反射のために最適化される。第18A図を参照すると、作製プロセスは、底部絶縁体423の堆積で始まり、好ましくは、回路パネル414のアクティブマトリックスの全表面を覆う。第1カラー蛍光体層476は、アクティブマトリックス上に堆積され、パターン化される。第1エッチストップ層477が堆積され、そして第2カラー蛍光体層478が、堆積され、ストップ層上にパターン化される(第18B図)。第2エッチストップ層479が、堆積され、第3カラー蛍光体層480が、堆積され、第2ストップ層上にパターン化される。

第18C図を参照すると、パターン化蛍光体層416の配列は、頂部絶縁体417で被覆される。2つの絶縁層417と423は、頂部電極とアクティブマトリックス回路パネルの間の連絡点を露出させ、そしてまた、外部連結が駆動論理に作られる領域から材料を除去するためにパターン化される。酸化インジウムすずの如く光透過性材料から形成した頂部電極419が、堆積され、頂部絶縁体417上にパターン化される(第18D図)。頂部電極の堆積は、蛍光体416とアクティブマトリックス回路414の間の回路を完成するために役立つ。それから、赤フィルター482が、堆積され、赤ピクセル上にパターン化され、又は代替的に、カバーが使用されるならば、シールカバー板に組み込まれる。赤フィルター482は、所望の赤色を生成するために出力されたZnS:Mn蛍光体(黄色)の所望の赤部分を通過させる。

代替的に、EL層スタックは、アクティブマトリックス回路パネルが、前述の転移プロセスによって転移されるガラス又は他の基板上に形成される。さらに別のオプションは、ヘルメット装置並びに他の両面装

面の如く、別の材料への回路パネルとEレジスタックの両方の転移を具備する。

支持基板から異なる材料へのシリコンの薄膜を転移かつ接着させるための好ましいプロセスは、第19A～19B図に示される。このプロセスは、薄膜シリコン（第17A～17L図）又は全Eレジスタック（第18A～18D図）において形成した回路パネルを転移させ、かつガラスの如く異なる材料又は材料の湾曲表面に接着するために使用される。

第19A図を参照すると、開始構造は、酸化層516と単結晶シリコン514の薄膜が、ISE又はCLEFTの如く前述の技術の任意を使用して形成されるシリコンウェーハ500である。ピクセル電極、TFT、ドライバーと論理回路の如く複数の回路511が、薄膜シリコン514において形成される。それから、SOI処理ウェーハは、接着剤520を使用して、ガラス又は他の透明絶縁体又は材料の湾曲表面の如く上層512に接着される。

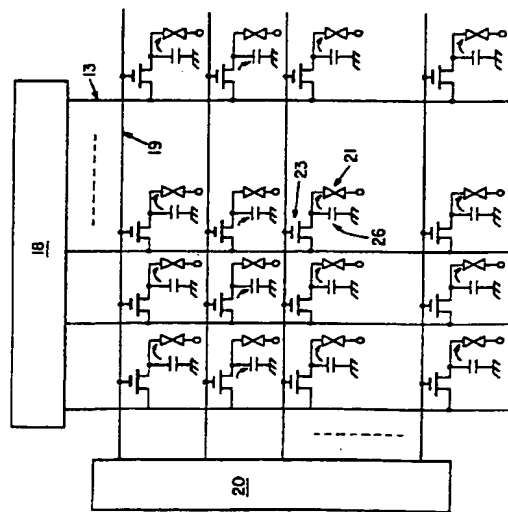
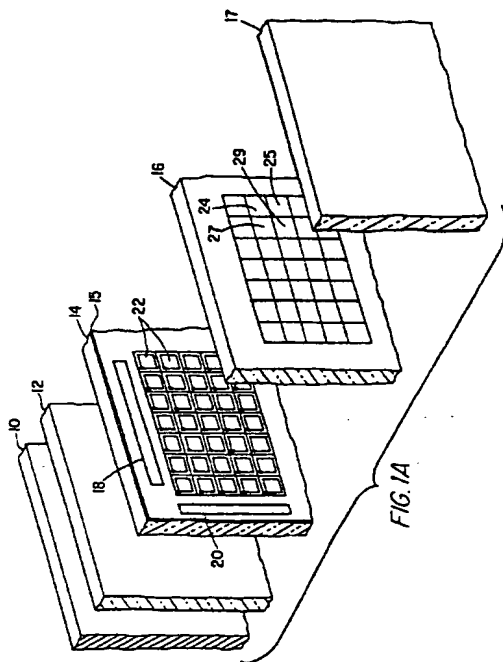
それから、ウェーハは、洗浄され、そして自然酸化物が、表面518からエッチングされる。ウェーハは、溶液（KOH又は等価液）に入れられる。エッチング液は、酸化物において非常に低いエッチング率を有し、その結果、基板がエッチングされ、埋め込み酸化物が露出される時、エッチング率は低下する。KOHにおけるシリコンエッチング率対KOHにおける酸化物エッチング率の選択性は、非常に高い（200:1）。この選択性は、シリコンエッチングの一様性と組み合わせられ、エッチャーがプロセスを觀察し、その上の薄いシリコン層514まで貫通することなく、埋め込み酸化層516'において停止することを可能にする。

最大25ミル厚のウェーハと4000Åの薄い酸化物が、このプロセスを使用して成功裏にエッチングされた。代替的なエッチング液は、異なるエッチング率選択性を有するヒドラジンである。

ガラス512に転移された薄膜514は、水洗いされ、乾燥される。回路511内に設けられていないならば、表面回路処理される。また、所望ならば、膜は、別の基板に転移され、そしてガラス上層がエッチングされ、続く回路処理のためにウェーハの前面へのアクセスを許容する。

第20A～20B図は、GeSiが中間エッチングストップ層として使用される、代替的シリコン薄膜転移プロセスを示す。第20A図を参照すると、このプロセスにおいて、シリコンバッファ層526が、公知のCVD又はMBE成長システムを使用して、単結晶シリコン基板528において形成され、続いて、薄いGeSi層524と薄い単結晶シリコン層又は回路層532が形成される。それから、層は、TFT又はピクセル電極602の如く回路を形成するために前述の方法でIC処理される。次に、処理ウェーハは、エポキシ接着剤を使用して、ガラス又は他の支持物680上に取り付けられる。エポキシは、前処理によって形成された空けきを充填し、前面を上層680に接着させる。

次に、原シリコン基板528とシリコンバッファ層526は、GeSi層524に影響しないKOHで、エッチングすることにより除去される（第20B図）。最後に、シリコン膜に影響しないGeSi層524が、選択的にエッチングされる。



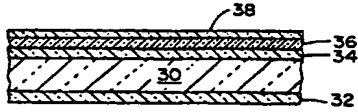


FIG. 2A

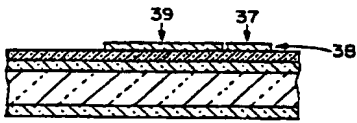


FIG. 2B

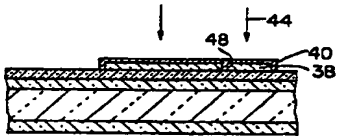


FIG. 2C

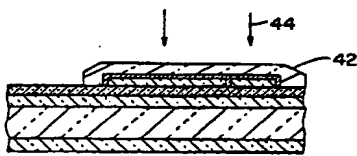


FIG. 2D

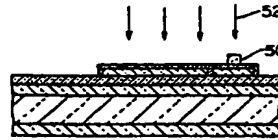


FIG. 2E

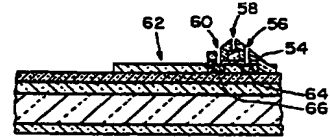


FIG. 2F

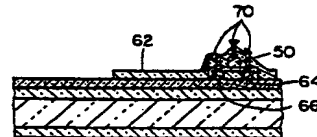


FIG. 2G

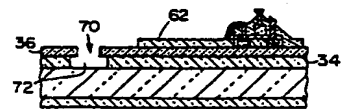


FIG. 2H

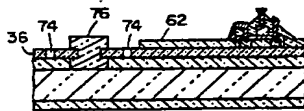


FIG. 2I

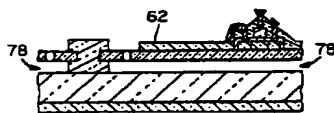


FIG. 2J

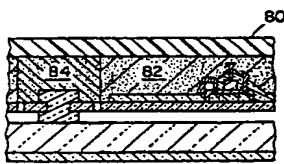


FIG. 2K

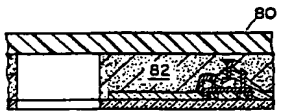


FIG. 2L

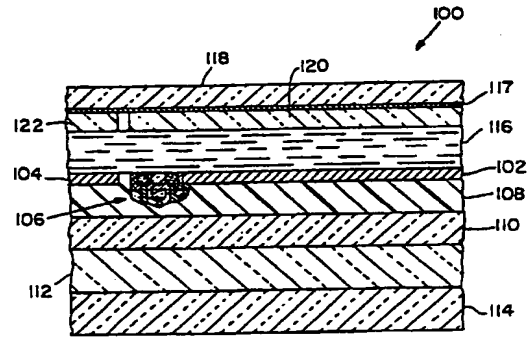
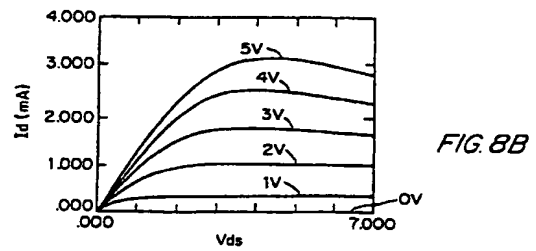
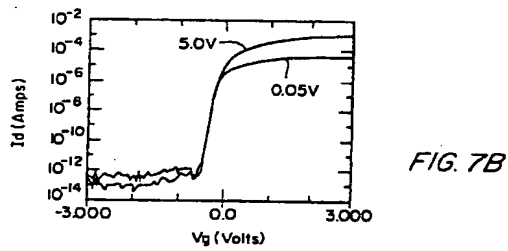
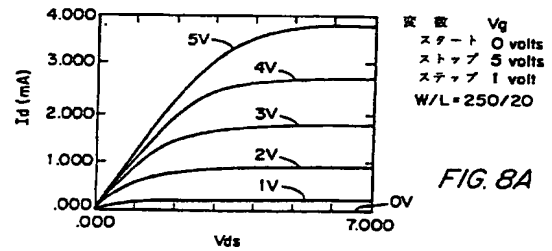
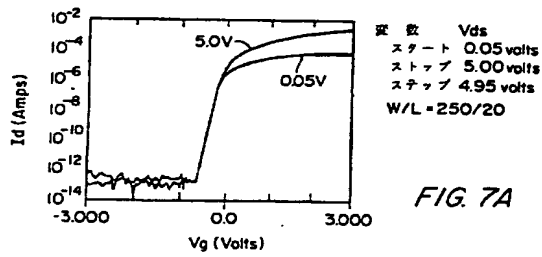
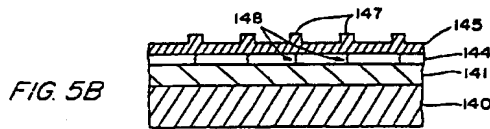
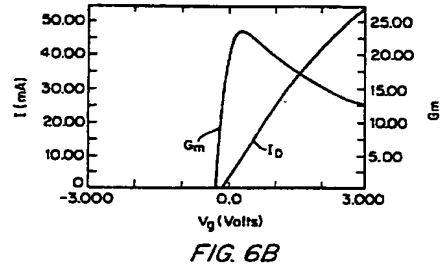
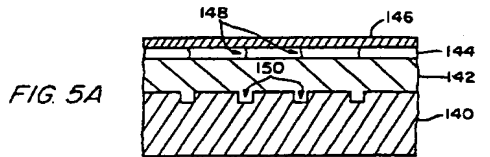
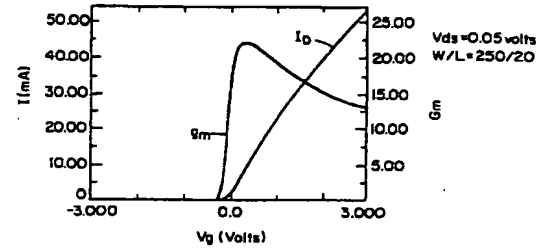
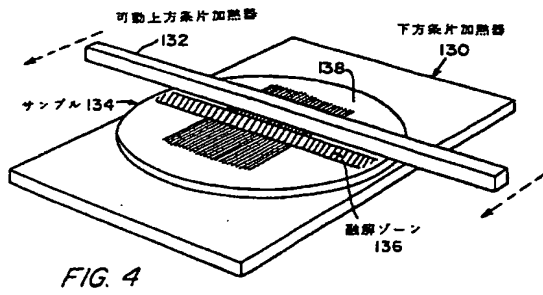


FIG. 3



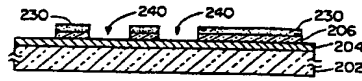
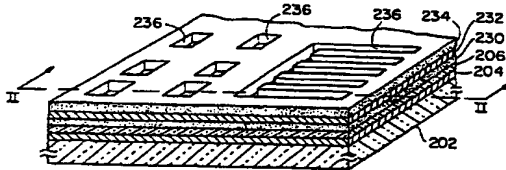
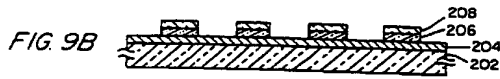
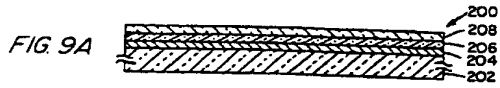


FIG. 10B

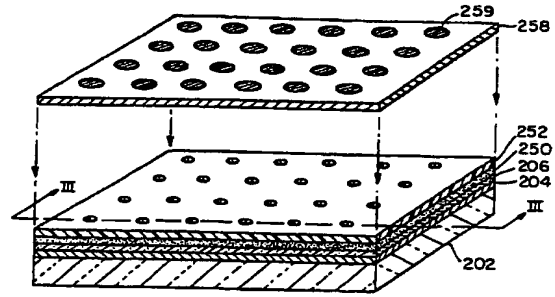
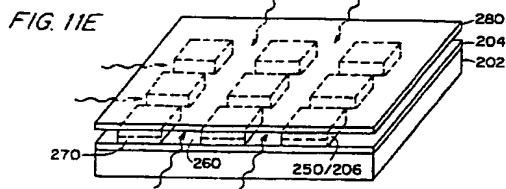
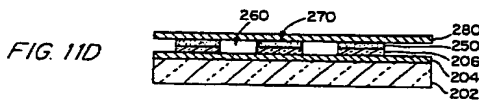
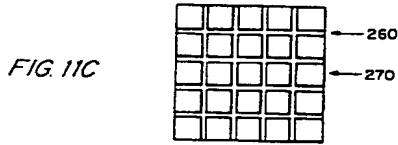
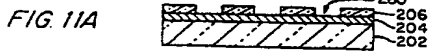
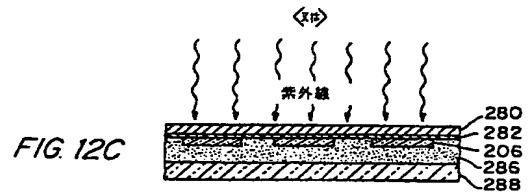
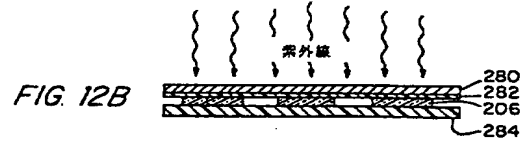
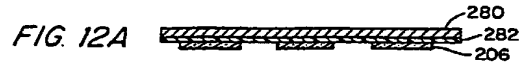
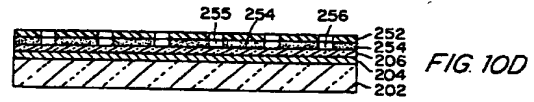
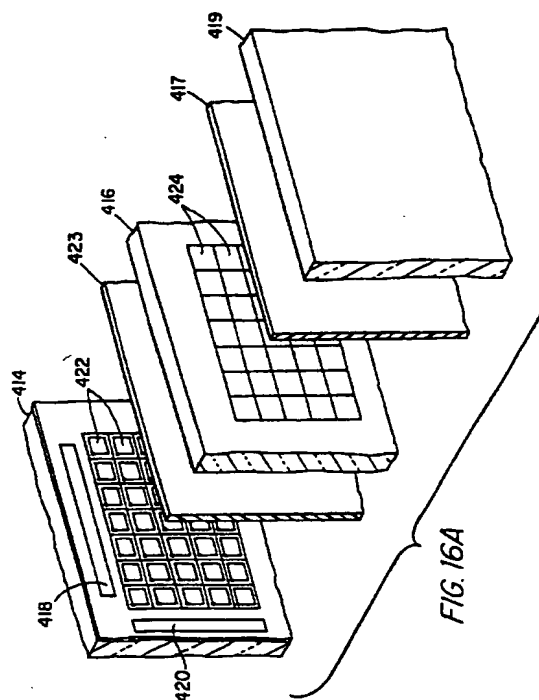
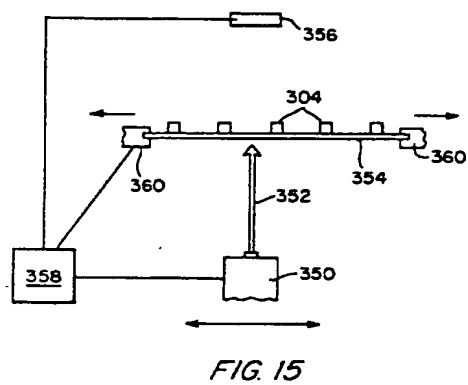
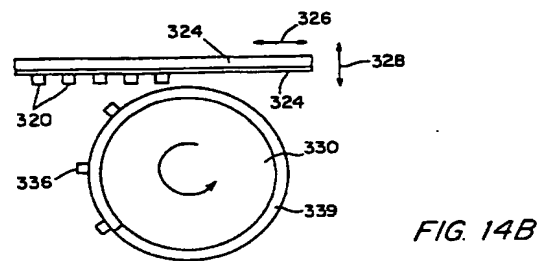
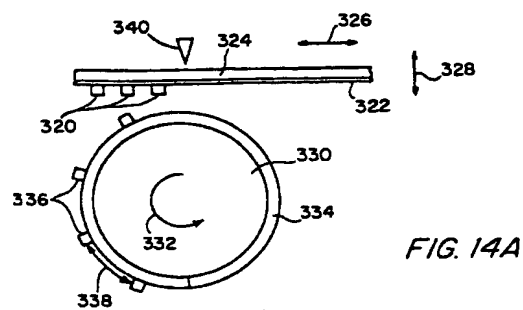
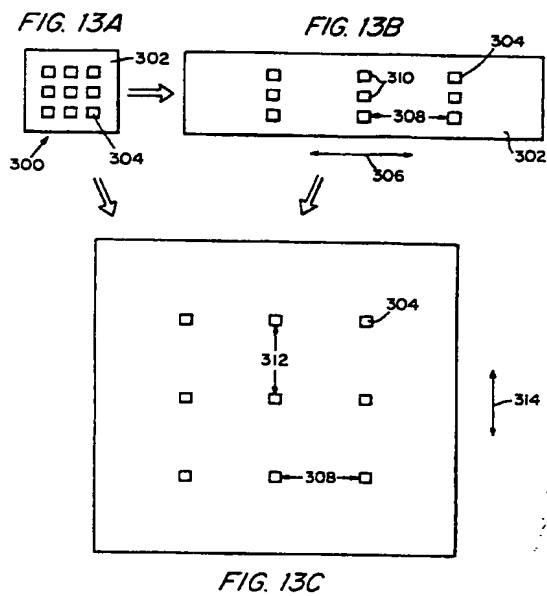


FIG. 10C





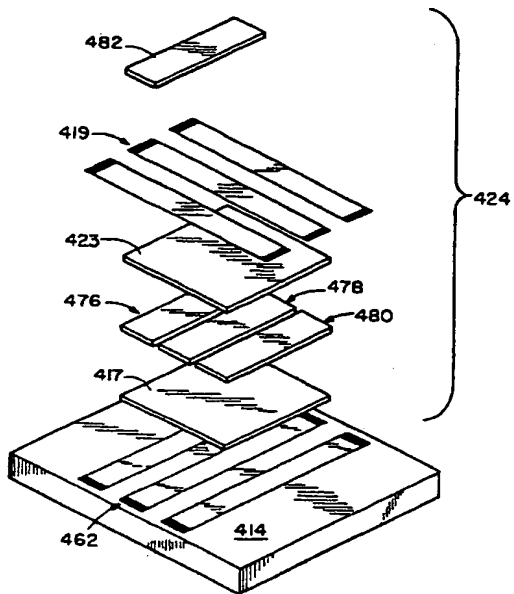


FIG. 16B

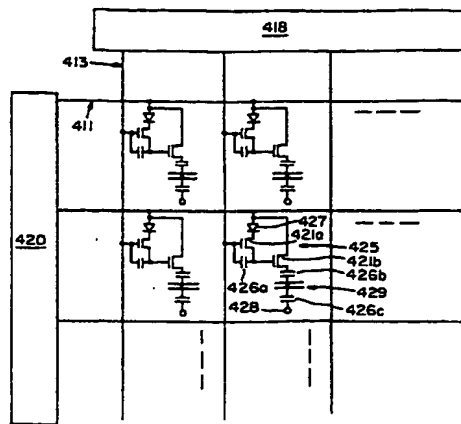


FIG. 16C

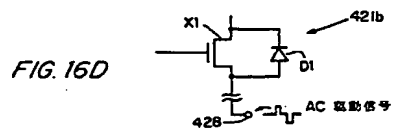


FIG. 16D

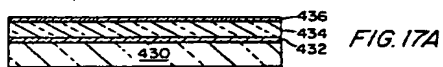


FIG. 17A

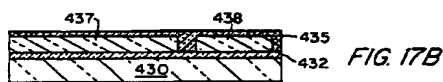


FIG. 17B

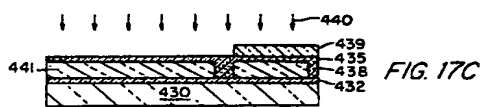


FIG. 17C

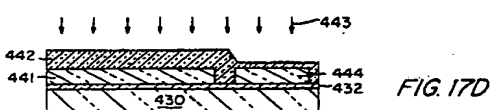


FIG. 17D



FIG. 17E

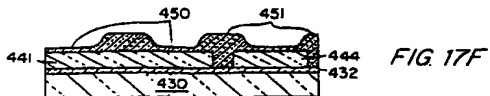


FIG. 17F



FIG. 17G



FIG. 17H

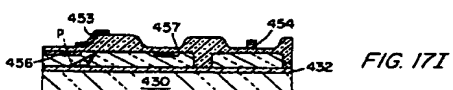


FIG. 17I



FIG. 17J



FIG. 17K

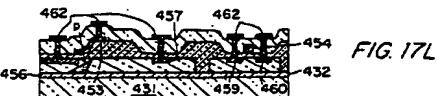


FIG. 17L



FIG. 18A

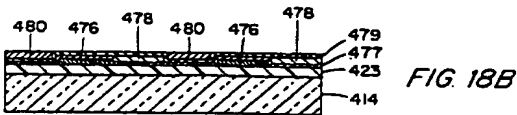


FIG. 18B

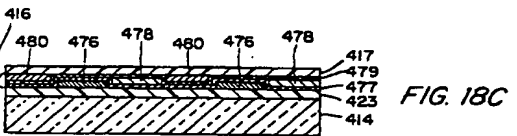


FIG. 18C

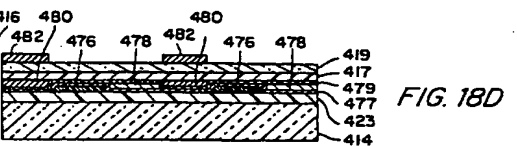


FIG. 18D

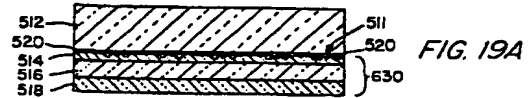


FIG. 19A

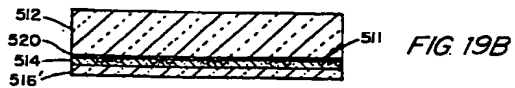


FIG. 19B

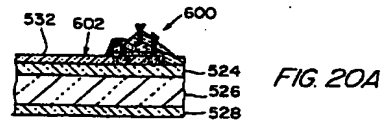


FIG. 20A

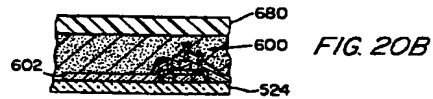


FIG. 20B

補正書の写し(翻訳文)提出書(特許法第184条の8)

平成5年6月29日

特許庁長官 麻生 渡 殿

1. 特許出願の表示

PCT/US91/09770

2. 発明の名称

表示パネル用の単結晶シリコン配列素子

3. 特許出願人

住所 アメリカ合衆国マサチューセッツ州02780トントン・
マイルズスタンディッシュインダストリアルパーク・
マイルズスタンディッシュサブールパード695

名称 コビン・コーポレーション

4. 代理人 ヤ107

住所 東京都港区赤坂1丁目9番15号

日本自転車会館

氏名 (6078)弁理士 小田 島 平 吉

電話 3585-2256



5. 補正書の提出年月日

1992年12月24日

6. 添付書類の目録

(1) 補正書の写し(翻訳文)



1通

第8A図は、ゲート電圧が0〜5ボルトで変化する、第6A図の素子のドレイン電流出力を示す。

第8B図は、ゲート電圧が0〜5ボルトで変化する、第6B図の素子のドレイン電流出力を示す。

第9A〜9C図は、発明によるリフトオフプロセスを示す一連の断面図である。

第10A図は、発明の別の実施態様による、リフトオフ処理中のウェーハの部分斜視図である。

第10B図は、プロセスにおける段階後、リフトオフ構造の第10A図の線II-IIに沿って取った断面図である。

第10C図は、レジストレーションが維持される別の実施態様において、リフトオフ処理中のウェーハの一部の部分斜視図である。

第10D図と第10E図は、リフトオフプロセスにおけるさらに他の段階後の第10C図の構造の断面を示す。

第11A〜11E図は、発明によるリフトオフ手順のプロセスフローにおける各段階中のウェーハの略図である。

第12A〜12C図は、発明の別の好ましいリフトオフ手順の略断面図である。

第13A〜13C図は、発明による転移の好ましい方法を概略的に示す。

第14A図と第14B図は、発明によるさらに他の転移方法を概略的に示す。

請求の範囲

1. パネルディスプレイを作製する方法において、
 - a) 支持基板の絶縁層において本質的単結晶半導体材料を形成することと、
 - b) 表示ピクセルの回路パネルを形成するように、本質的単結晶材料において又は上にトランジスタの固定配列を形成することと、
 - c) 支持基板から第2基板に回路パネルを転移することと、
 - d) 各ピクセルが少なくとも一つのトランジスタによって作動可能であり、各ピクセル電極によって発生された電界又は信号が光透過性材料の光学特性を変更する如く、回路パネルの表示ピクセルの固定配列において形成したピクセル電極に隣接して光透過性材料を位置付けることを含むことを特徴とする方法。
2. 段階 a) が、支持基板において非単結晶の半導体材料を形成することと、本質的単結晶材料を形成するために非単結晶の半導体材料を結晶化することを含む請求の範囲1に記載の方法。
3. 本質的単結晶半導体材料を形成する段階が、多数の結晶が、膜を渡って横に延びている平面において、少なくとも約0.5 cm²の断面積に広がる膜を形成することを含む請求の範囲1に記載の方法。
4. 第2基板が、光透過性基板である請求の範囲1に記載の方法。
5. 各トランジスタが駆動回路に電気的に連結される如く、本質的単結晶半導体材料において又は上に駆動回路を形成することをさらに含む請求の範囲1に記載の方法。
6. 転移段階が、さらに、本質的単結晶材料から支持基板を化学的にエッチングすることを含む請求の範囲4に記載の方法。

15. 本質的単結晶半導体材料が、単結晶シリコンを具備する請求の範囲13に記載のパネルディスプレイ。

16. 本質的単結晶半導体材料が、多数の結晶が、膜を渡って横に延びている平面において、少なくとも約0.5 cm²の断面積に広がる膜である請求の範囲13に記載のパネルディスプレイ。

17. 回路パネルを光透過性基板に固定するための貼合せ材料をさらに具備する請求の範囲13に記載のパネルディスプレイ。

18. 電極が、光透過性材料の層と位置合せされた電極の光透過性配列を具備し、各光透過性電極が、トランジスタの一つに電気的に連結される請求の範囲13に記載のパネルディスプレイ。

19. 光透過性材料が、液晶を具備する請求の範囲13に記載のパネルディスプレイ。

20. 光透過性材料が、発光性材料を具備する請求の範囲13に記載のパネルディスプレイ。

21. 発光性材料が、エレクトロルミネセント材料を具備する請求の範囲20に記載のパネルディスプレイ。

22. トランジスタが、約5000 Hz 以下に約10,000 Hz の励起周波数において動作する請求の範囲20に記載のパネルディスプレイ。

23. 駆動回路が、本質的単結晶材料の薄膜において形成され、駆動回路が、関連トランジスタを作動させることにより、各ピクセルを選択的に作動させることができる如くトランジスタに電気的に連結され、各作動されたトランジスタに連結された関連ピクセル電極が、光透過性材料に電界を生成させる請求の範囲14に記載のパネルディスプレイ。

7. 転移段階が、さらに、回路パネルを光透過性基板に貼合せることを含む請求の範囲4に記載の方法。

8. 光透過性材料が、液晶を具備する請求の範囲1に記載の方法。

9. 光透過性材料が、発光性材料である請求の範囲1に記載の方法。

10. 発光性材料が、エレクトロルミネセントである請求の範囲に記載の方法。

11. 位置付け段階が、各ピクセルにおいて発生された電界が、光透過性電極とピクセル電極の間にある如く、光透過性材料上の光透過性電極配列を位置付けることを含む請求の範囲1に記載の方法。

12. 本質的単結晶半導体材料が、光透過性基板の両曲面に転移される請求の範囲4に記載の方法。

13. 支持基板と、

基板に固定され、トランジスタの固定配列とピクセル電極の配列を具備し、各電極が少なくとも一つのトランジスタに電気的に連結され、トランジスタが、絶縁層における本質的単結晶半導体材料の層において又は上にトランジスタの固定配列として形成されている回路パネルと、各ピクセルによって発生され、光透過性材料に印加された電界又は信号が光透過性材料の光学特性を変更する如く、絶縁層上に電極に隣接して位置付けられた光透過性材料と、

ピクセルを作動させるように回路パネルに電気的に連結された駆動回路とを具備することを特徴とするパネルディスプレイ。

14. トランジスタ配列とピクセル電極配列が、本質的単結晶半導体材料の薄膜層において又は上に形成される請求の範囲13に記載のパネルディスプレイ。

24. 発光性材料が、複数の領域を具備し、各領域が、異なる色において発光する請求の範囲20に記載のパネルディスプレイ。

国際調査報告

PCT/US 91/09770

1. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER	
According to International Patent Classification (IPC) or to any other classification and/or	
Int. Cl. 5 G02F/136; NO5833/12	
2. FIELD OF SEARCH	
Classification System	
Int. Cl. 5	G02F; NO11; NO58
3. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category	Relevance to Claims
1	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 276 (P-737)30 July 1988 6 JP-A, 59 059 549 (KCC) 10 March 1988 see abstract
2	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 228 (P-77)26 May 1989 6 JP-A, 1 018 727 (KCC) 9 February 1989 see abstract
3	US, A, 4 883 561 (SMITH) 28 November 1989 cited in the application see abstract
4. SUMMARY OF THE INVENTION	
5. CERTIFICATION	
Date of the Patent Examination of the International Search	
10 APRIL 1992	
Date of the Patent Examination of the International Search	
19.05.92	
Signature of the Patent Examiner	
WONGEL H.	

6. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category	Relevance to Claims
1	US, A, 4 266 223 (FRANK) 5 May 1981 see column 1, line 55 - column 2, line 17; figures 1, 2
2	US, A, 4 727 047 (BOZLER) 23 February 1988 cited in the application see column 16, line 4 - line 40; figure 25
3	EP, A, 0 151 508 (THE SECRETARY OF STATE) 14 August 1985 see page 15 - page 17

国際調査報告

US 9109770
SA 55540

The present document is a continuation of the international patent application of the same title, filed in the International Patent Office (IPO) on 10/04/92. The European Patent Office (EPO) is in the process of examining the present document for the purpose of determining, 10/04/92

Patent document used to search report	Publication date	Patent family members	Publication date
US-A-4883561	28-11-89	US-A- 4846931	11-07-89
US-A-4266223	05-05-81	CA-A- 1142631	08-03-83
		CA-A- 1155209	11-10-83
		DE-A- 2949332	25-06-80
		FR-A- 2443730	04-07-80
		GB-A, B 2035649	19-06-80
		GB-A, B 2083544	03-08-81
US-A-4727047	23-02-88	US-A- 4837182	04-06-89
		DE-A- 3176676	07-04-88
		EP-A, B 0045285	02-03-88
		EP-A- 0194495	17-09-86
		EP-A- 0191503	20-08-86
		EP-A, B 0191504	20-08-86
		EP-A- 0191505	20-08-86
		EP-A- 0193830	10-09-86
		EP-A- 0192280	27-08-86
		JP-A- 2283014	20-11-90
		JP-A- 2283077	20-11-90
		NO-A- 9102648	15-10-81
		US-A- 4816420	28-03-89
EP-A-0151508	14-08-85	JP-A- 60181778	17-09-85
		US-A- 4808963	28-02-89

フロントページの続き

(72) 発明者 マツクレランド、ロバート
アメリカ合衆国マサチューセッツ州02061ノ
ーウエル・パークヒルドライブ50
(72) 発明者 ジャコブセン、ジエフリー
アメリカ合衆国カリフォルニア州95023ホ
リスター・テビストレイル501

(72) 発明者 デイングル、ブレンダ
アメリカ合衆国マサチューセッツ州02766ノ
ートン・モーガンレイン5
(72) 発明者 スピッツァー、マーク
アメリカ合衆国マサチューセッツ州02067シ
ヤロン・ミンクトラップロード2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.